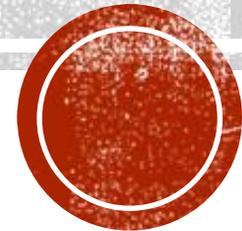




# Akustika Lingkungan



# ISTILAH & PENGERTIAN

- **Akustik** (*acoustics*) adalah ilmu tentang bunyi. *Room Acoustics* / akustik ruang menangani bunyi – bunyi yang dikehendaki dan *noise control*/kontril kebisingan menangani bunyi-bunyi yang tidak dikehendaki
- **Bunyi** (*sound*) adalah gelombang getaran mekanis dalam udara / benda padat yang masih bisa ditangkap oleh telinga normal manusia, dengan rentang frekuensi antara 20-20.000 Hz.
- **Kecepatan bunyi** (*sound velocity*) adalah kecepatan rambat bunyi pada suatu media, diukur dengan m/dtk. Kecepatan bunyi adalah tetap untuk kepadatan media tertentu, tidak tergantung frekuensinya. Kecepatan rambat bunyi di udara adalah 340 m/dtk.
- **Frekuensi bunyi** (*sound frequency*) adalah jumlah getaran per detik dan diukur dengan satuan Hz (Hertz)
- **Kebisingan** (*noise*) adalah bunyi / suara yang tidak dikehendaki/mengganggu. Tingkat kebisingan adalah ukuran derajat tinggi rendahnya kebisingan yang dinyatakan dalam satuan decibel (dB)



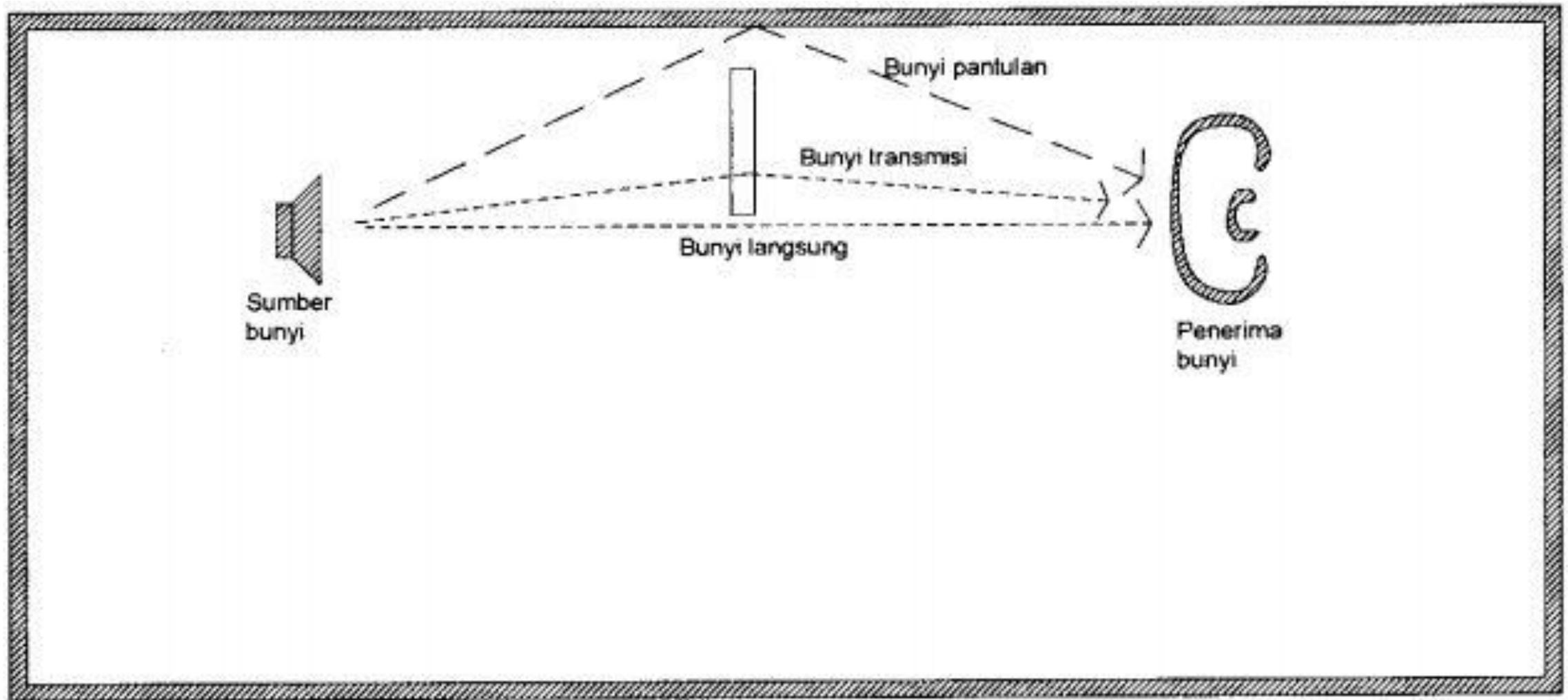
# 4 ELEMEN AKUSTIK:

Penerima bunyi



- Media : sarana bagi bunyi untuk merambat – > Zat Gas / Padat
- Tanpa media, gelombang bunyi tdk akan dapat merambat





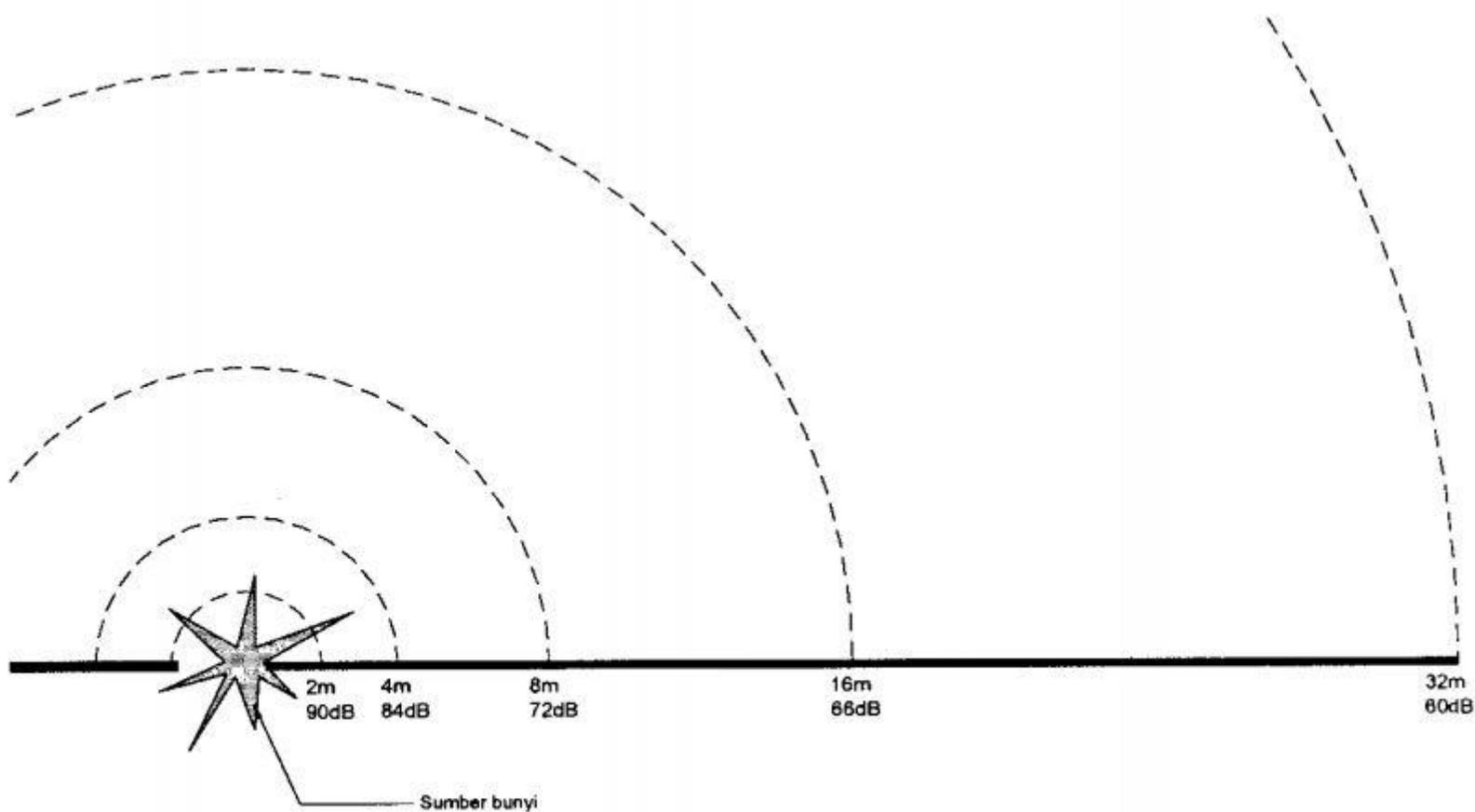
***Gambar 5.1 Sumber bunyi, media, dan penerima bunyi***





- Di Daerah pedesaan, bunyi – bunyian alami (angin, aliran sungai, burung, gemerisik dedaunan) jarang menjadi kebisingan karena jarang melewati ambang batas pendengaran
- **Letak bangunan yang berjauhan, ruang – ruang terbuka, serta pepohonan, membantu meredam bunyi**
- Di pedesaan, masyarakat lebih saling mengenal daripada di perkotaan. Oleh karena itu di desa setiap bunyi mengandung simbol – simbol yang sangat dikenal oleh masyarakatnya
- Di perkotaan bunyi dari lingkungan saling asing, menjadi potensi gangguan

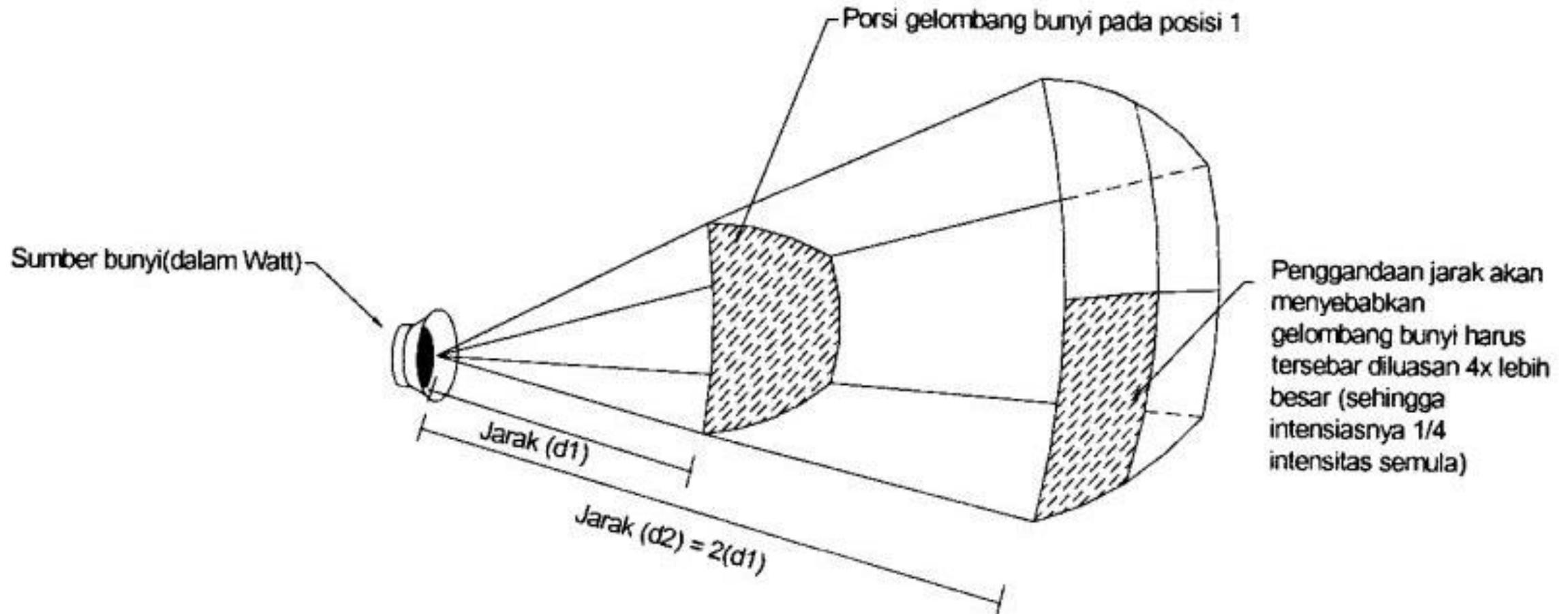




*Gambar 5.8 Pengurangan tingkat bunyi akibat jarak*

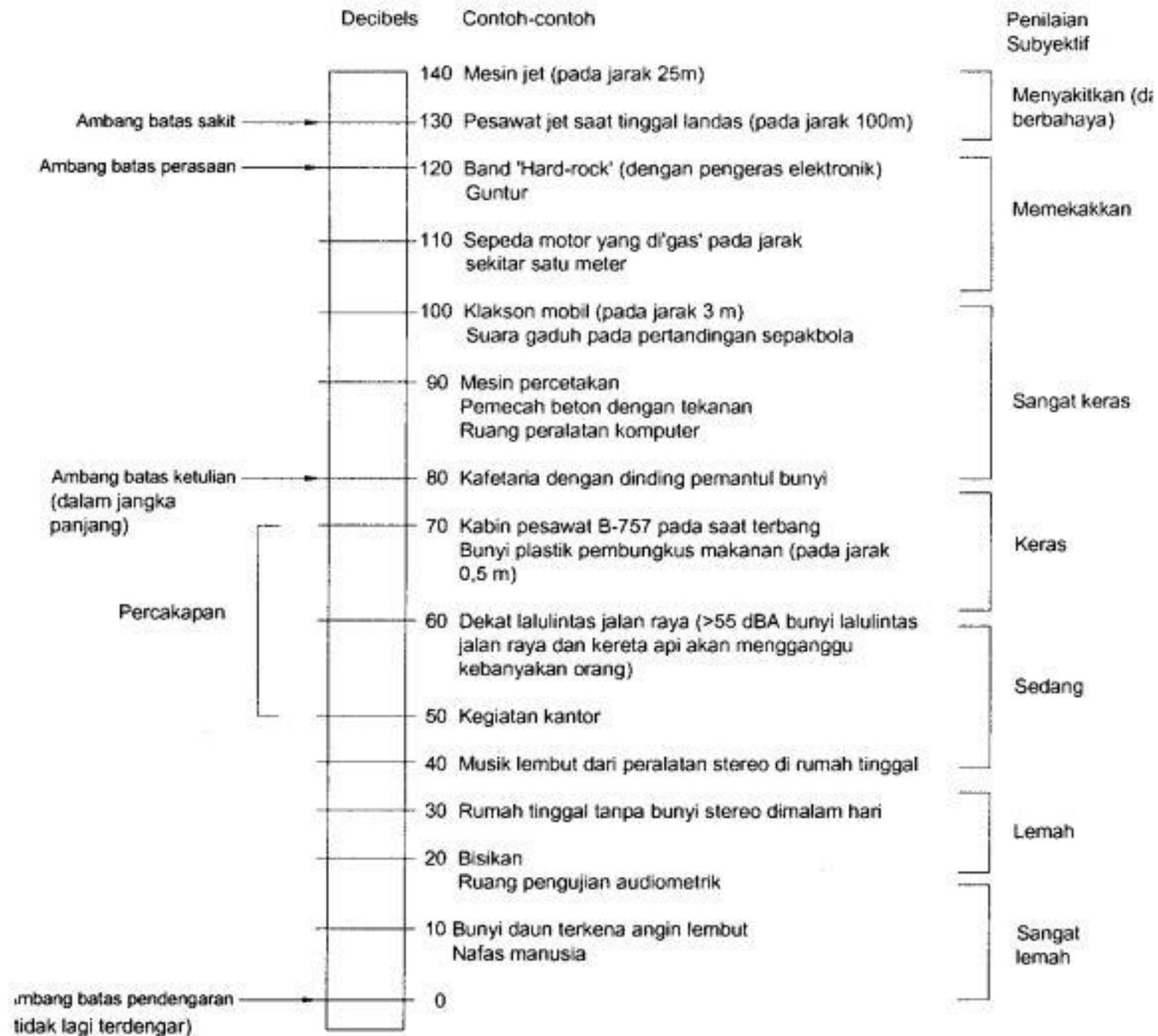
- Setiap penggandaan jarak, tingkat bunyi berkurang 6 dB.
- Setiap penggandaan sumber bunyi, tingkat bunyi akan bertambah 3dB.
- Setiap penggandaan massa dinding, tingkat bunyi akan berkurang 5dB
- Setiap penggandaan luas bidang peredam, tingkat bunyi akan berkurang 3dB





**Gambar 5.9** Hukum kuadrat terbalik





*Tabel 5.3 Sumber bunyi dan intensitas bunyi*

Sumber bunyi	Intensitas ( $W/m^2$ )	Tingkat intensitas (dB)
Roket ruang angkasa	$>10^7$	$>190$
Pesawat jet	$10^4$	160
Orkes brass besar	10	130
Mesin besar	10	120
Orkes lengkap	$10^{-2}$	100
Mobil penumpang di jalan raya	$10^{-2}$	100
Percakapan normal	$10^{-5}$	70
Bisikan lembut	$10^{-9}$	30

Sumber: Blauert, 2008





- **Letak bangunan berhimpitan, tdk ada ruang – ruang terbuka, serta pepohonan untuk membantu meredam bunyi**



- Di daerah tropis, masyarakat banyak beraktivitas di luar rumah, perkembangan budayanya berbeda dengan masyarakat daerah dingin yang lebih banyak di dalam ruangan
- Penanganan akustik ruang luar lebih sulit daripada ruang dalam
- **Budaya** akan mempengaruhi tingkat kebisingan. Untuk budaya masyarakat yang suka bersosialisasi di ruang luar, toleransi terhadap kebisingan lebih tinggi daripada masyarakat yang menjunjung tinggi privasi
- Di negara **tropis berkembang**, tingkat kebisingan **65-70 dBA** masih dianggap wajar
- Sedangkan masyarakat negara **dingin maju**, tingkat kebisingan tersebut sudah sangat mengganggu, mereka mempunyai standar **40-45 dBA**



Masing-masing negara / kota / daerah memiliki kondisi kebisingan lingkungan yang berbeda-beda

<b>Waktu Pemaparan perhari</b>	<b>dBA</b>
8 jam	70 dBA
4 jam	88 dBA
2 jam	104 dBA
1 jam	120 dBA

pemaparan terhadap kebisingan (nilai ambang kebisingan) berdasarkan lampiran II Kepmenaker :No.Kep51/Men/1999



# Negara maju memiliki regulasi yang lebih ketat mengenai aturan kebisingan lingkungan

## REGULATING NOISE

NEA controls noise from construction sites and factories by stipulating maximum permissible noise levels for different times of the day and night.

MAXIMUM NOISE LEVELS FOR FACTORIES SITUATED NEAR RESIDENTIAL PREMISES:

The noise limits also vary according to the sensitivity of the areas to noise. Noise standards for new and in-use vehicles are also stipulated under the Environmental Protection and Management Regulations.

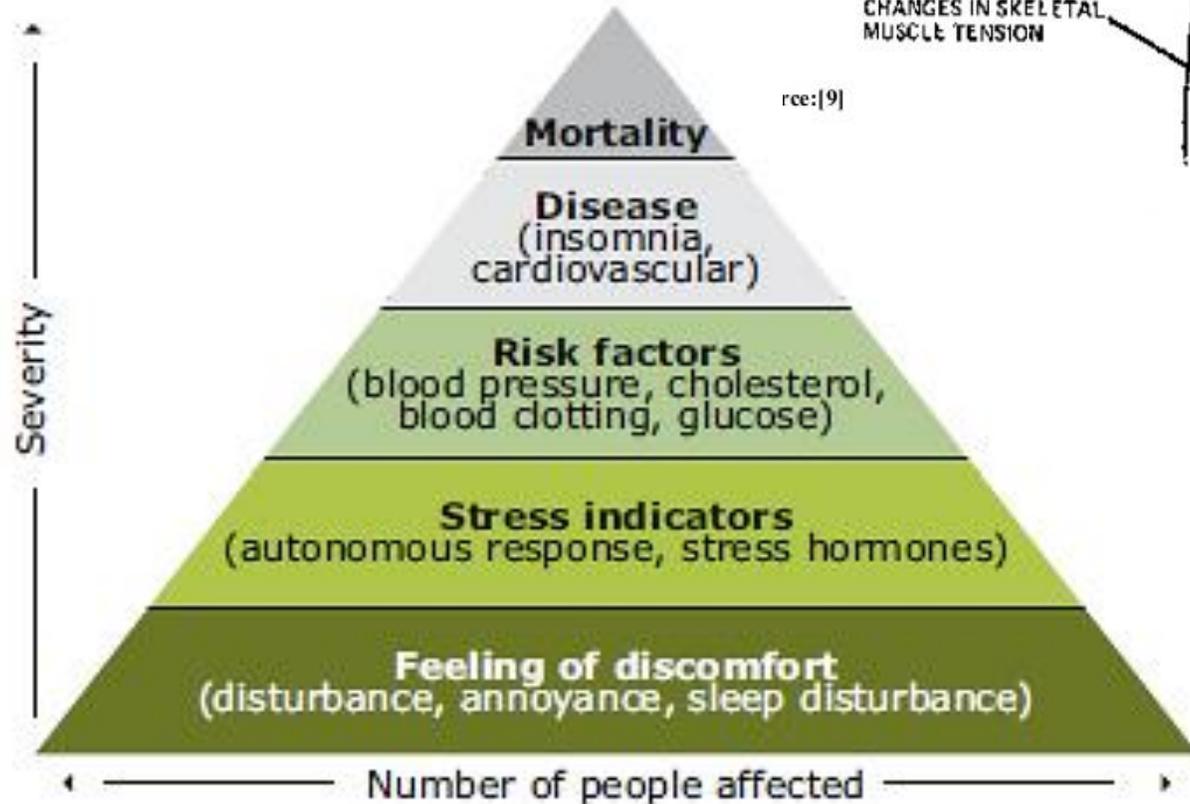
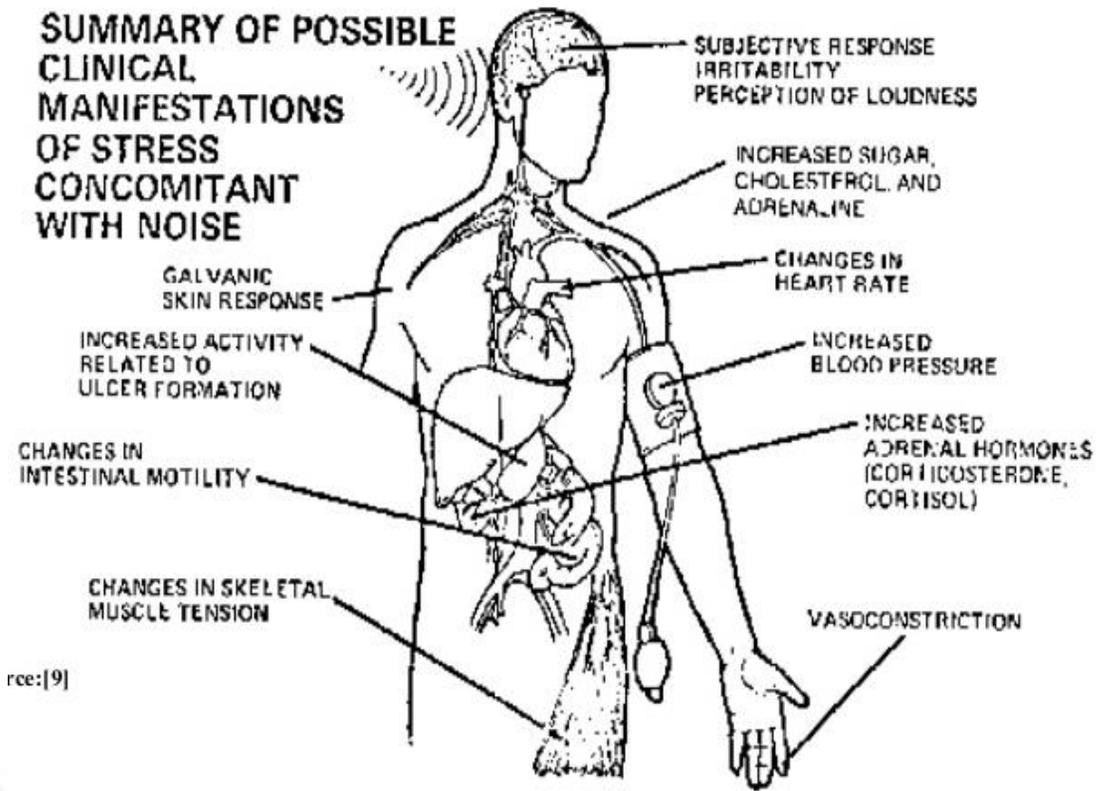
65 DECIBELS DURING THE DAY

60 DECIBELS DURING THE EVENING

55 DECIBELS DURING THE NIGHT



**SUMMARY OF POSSIBLE CLINICAL MANIFESTATIONS OF STRESS CONCOMITANT WITH NOISE**

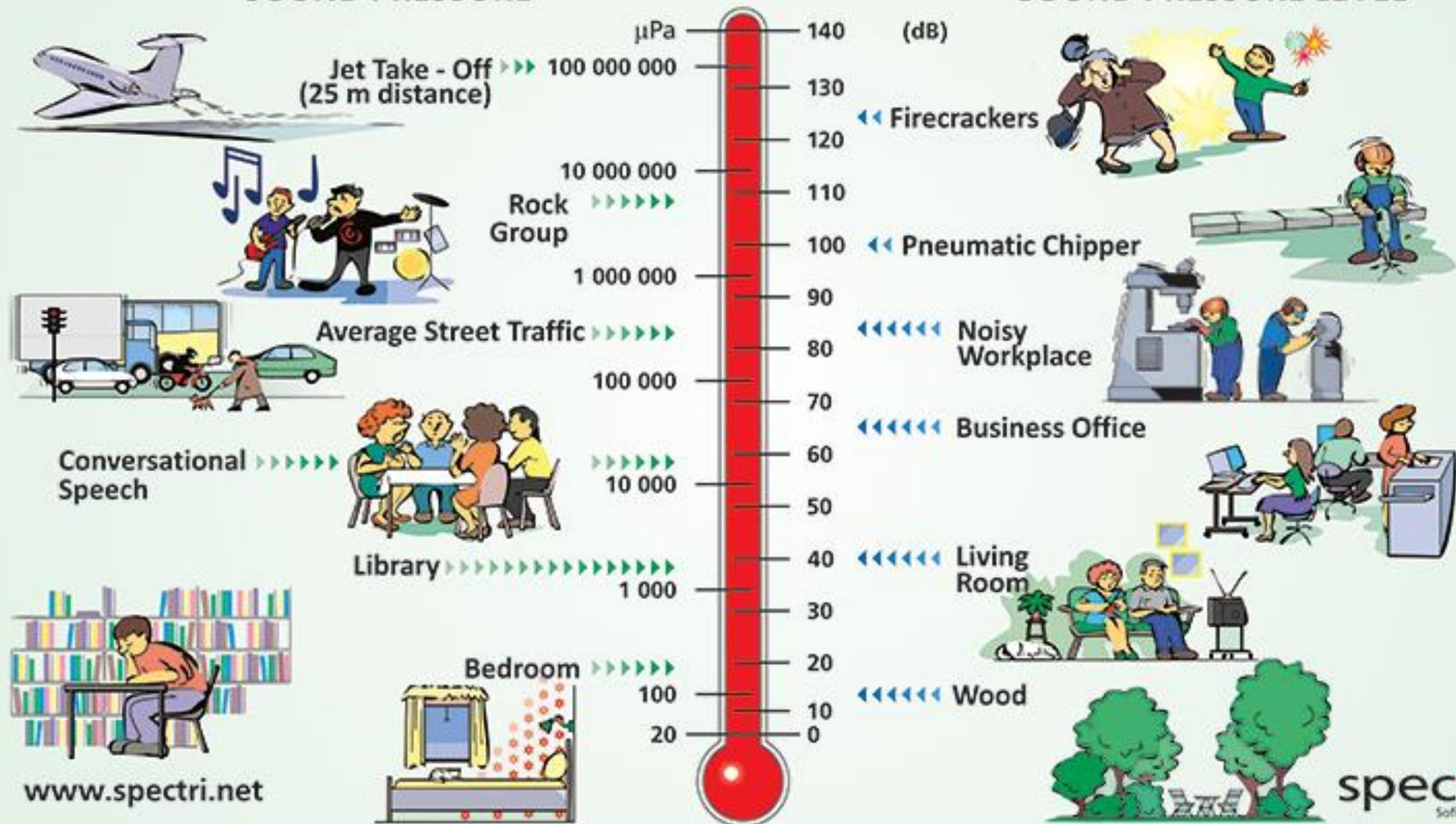


ref: [9]

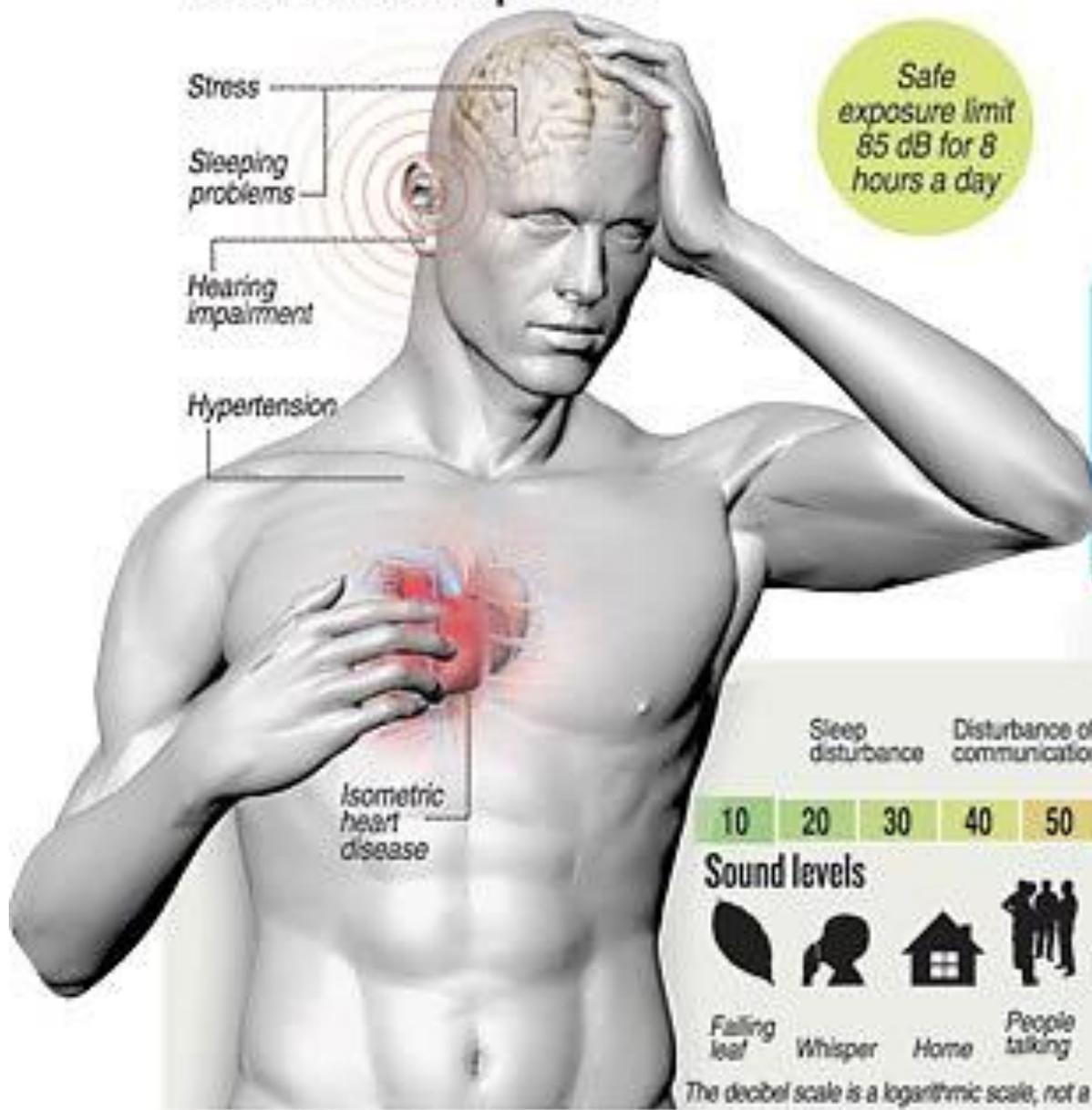


## SOUND PRESSURE

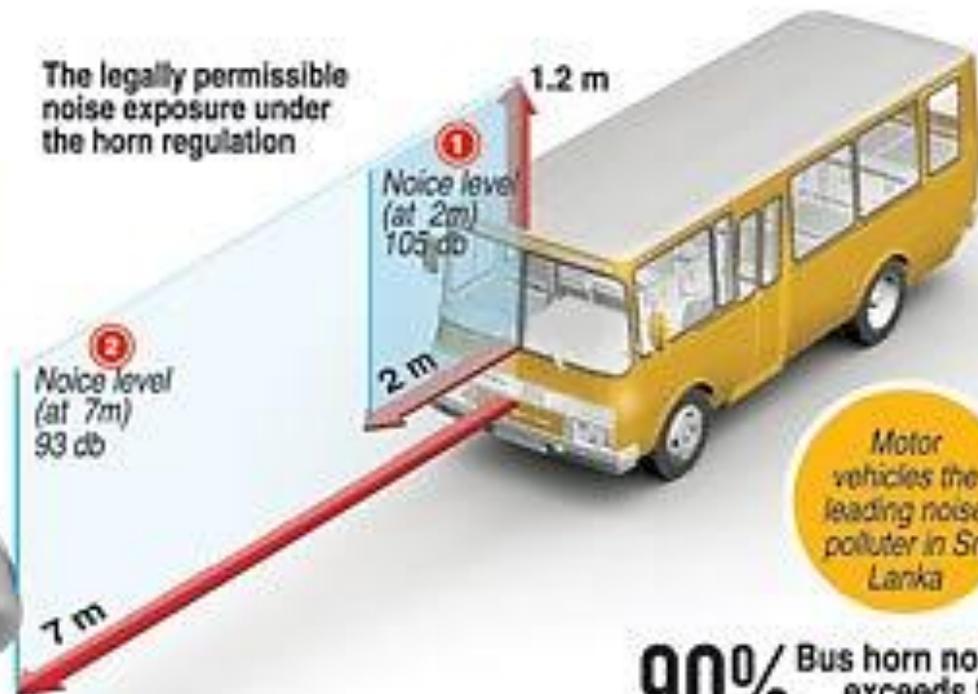
## SOUND PRESSURE LEVEL



# Effects of noise pollution



The legally permissible noise exposure under the horn regulation



Motor vehicles the leading noise polluter in Sri Lanka

**90%** Bus horn noise exceeds the standard



The decibel scale is a logarithmic scale, not a linear scale. Similar to the Richter earthquake rating scale, small numbers represent enormous changes



*Tabel 5.2 Tingkat kebisingan yang diperbolehkan*

Bangunan	Ruangan	(dBA)
Rumah tinggal	Ruang tidur, rumah pribadi	25
	Ruang tidur, flat	30
	Ruang tidur, hotel	35
	Ruang keluarga	40
Komersial	Kantor pribadi	35-45
	Bank	40-50
	Ruang konferensi	40-45
	Kantor umum, toko	40-55
	Restoran	40-60
	Kafetaria	50-60
Industri	Bengkel presisi	40-60
	Bengkel berat	60-90
	Laboratorium	40-50
Pendidikan	Ruang kuliah, ruang kelas	30-40
	Ruang belajar privat	20-35
	Perpustakaan	35-45



Bangunan	Ruangan	(dBA)
Kesehatan	Rumah sakit, ruang inap umum	25-35
	Rumah sakit, ruang inap privat	20-25
	Ruang operasi	25-30
Auditorium	Hall konser	25-35
	Gereja	35-40
	Ruang sidang, ruang konferensi	40-45
	Studio rekaman	20-25
	Studio radio	20-30
	Teater drama	30-40

**Sumber:** Koenigsberger



# STRATEGI

- **Angin dapat mendistorsi bunyi**, bunyi searah arah angin akan dipercepat, sedangkan bunyi berlawanan arah angin akan diperlambat
- Selain itu **suhu juga mempengaruhi bunyi**. Suhu udara mempengaruhi kecepatan rambat bunyi. Semakin tinggi suhu udara, semakin tinggi kecepatan bunyi

**Kecepatan bunyi** (*sound velocity*) adalah kecepatan rambat bunyi pada suatu media, diukur dengan m/dtk. Kecepatan bunyi adalah tetap untuk kepadatan media tertentu, tidak tergantung frekuensinya. Untuk kemudahan, kecepatan rambat bunyi di udara adalah 340 m/dtk.

*Tabel 5.1 Kecepatan bunyi dan suhu*

suhu (°C)	kecepatan (m/dtk)
-20	319,3
0	331,8
20	343,8
30	349,6

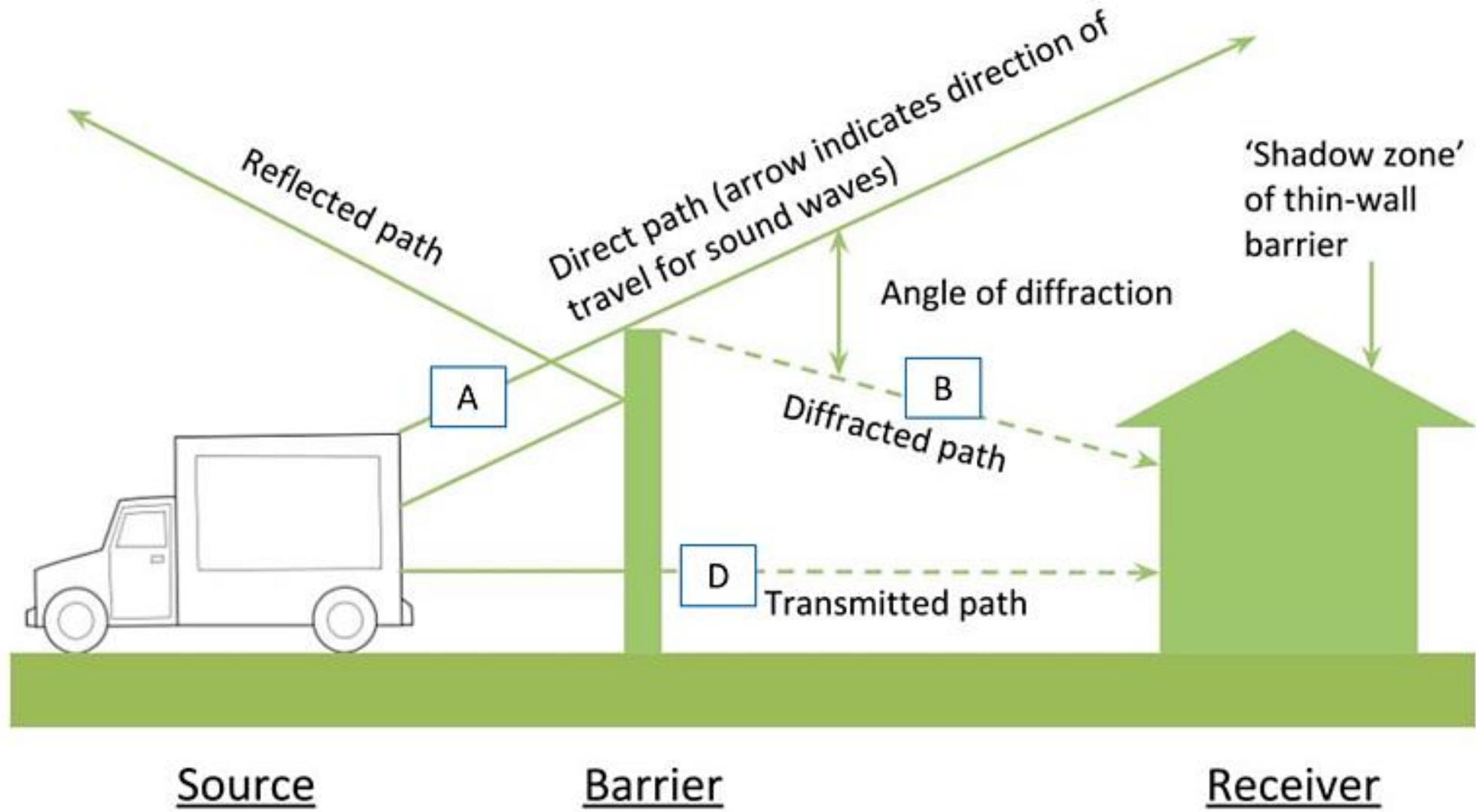


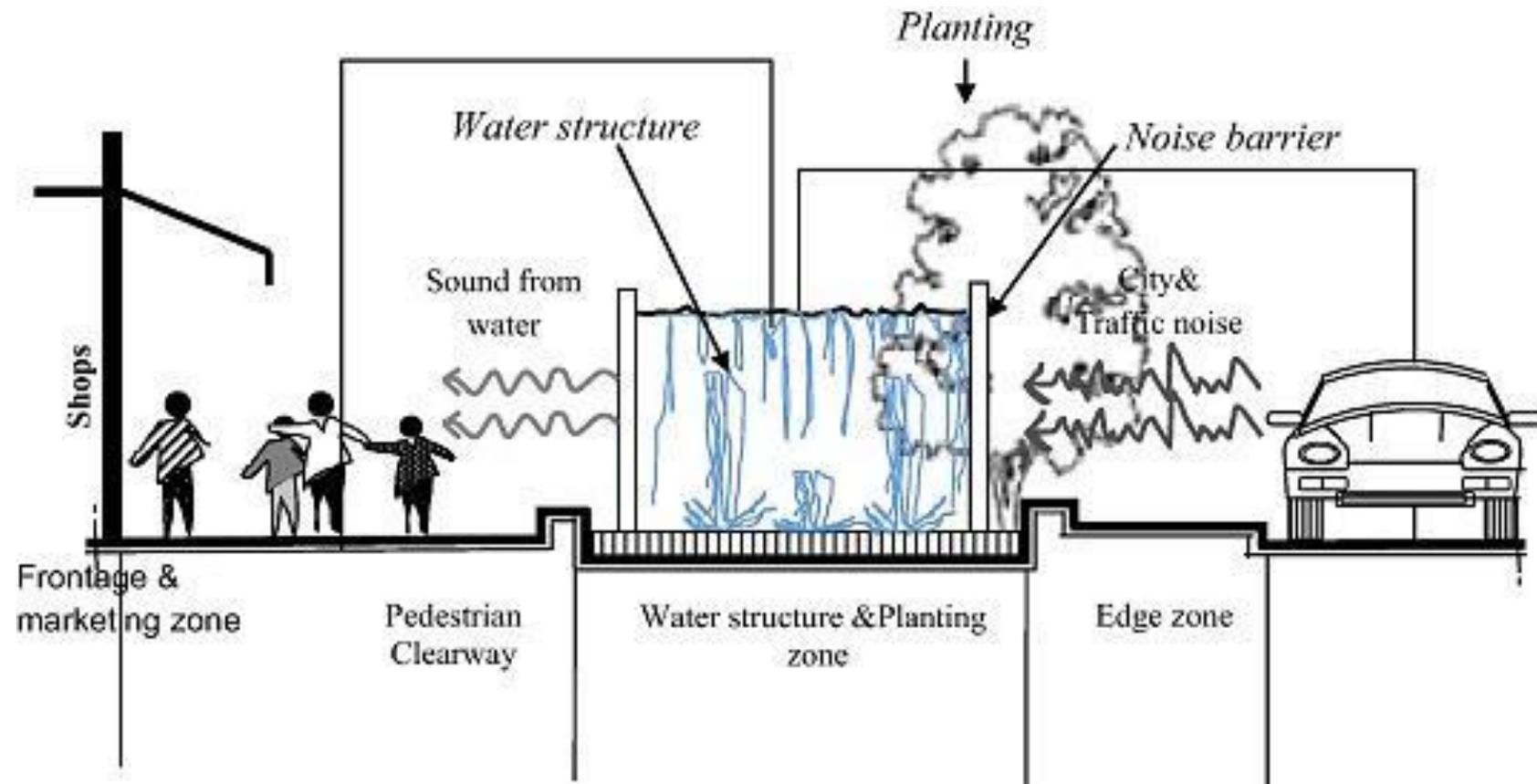
# STRATEGI

- Penghalang bunyi (sound barrier) lebih efektif bila diletakkan di dekat sumber bunyi.
- Dinding pembatas ruang setengah tinggi dapat mempengaruhi kebisingan hingga 8-10 dB
- Bila penggunaan bahan masif untuk penghalang bunyi tidak praktis, maka dapat digunakan bahan yang terdiri atas susunan beberapa lapisan bahan
- Pengurangan terbesar transmisi bunyi adalah pada permukaan bahan, yaitu pada perbedaan kerapatan bahan (Memiliki koefisien serap ( $\alpha$ ) yang sesuai dengan kebutuhan )
- Transmisi : daya media untuk menghambat bunyi, diukur dengan dB, berbeda untuk setiap frekuensi
- Pori – pori dapat mengurangi TL hingga 15 dB



# Barrier kebisingan





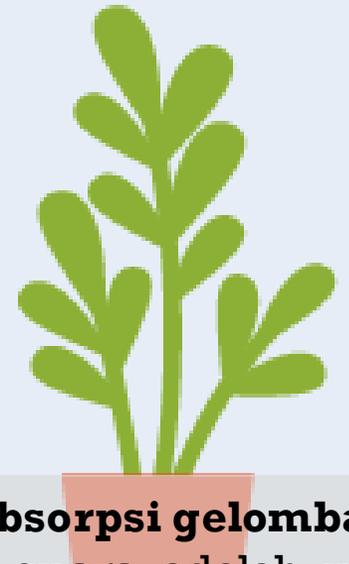
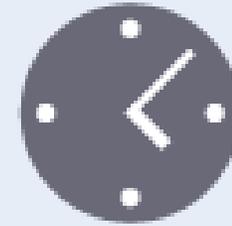
Tabir penghalang bunyi





# Tanaman

## DAPAT MENGURANGI KEBISINGAN DI RUANGAN KANTOR



Menurut penelitian, **tanaman dapat mengurangi atau meredam kebisingan**, yaitu dengan **mengabsorpsi gelombang suara oleh daun, cabang, dan ranting**. Jenis tumbuhan yang paling efektif untuk meredam suara adalah yang mempunyai tajuk tebal dengan daun yang rindang. **Dedaunan tanaman dapat menyerap kebisingan sampai 95% (Grey and Deneke, 1978)**. Dengan meletakkan beberapa jenis tanaman di sudut ruangan yang cukup rapat akan dapat mengurangi kebisingan, khususnya kebisingan yang sumbernya berasal dari bawah selain itu tanaman dapat memberikan oksigen yang segar dalam ruangan.

1. Bahan material yang lunak / berpori akan menyerap sebagian besar gelombang bunyi yang menumbuknya
2. Efisiensi penyerapan bunyi suatu bahan pada frekuensi tertentu dinyatakan dalam koefisien penyerapan bunyi ( $\alpha$ )

Dihitung dalam persen / pecahan bernilai  $0 \leq \alpha \leq 1$ . 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).



# NOISE REDUCTION COEFFICIENT

	MATERIAL	Koefisien Serapan Bunyi						NRC
		125	250	500	1000	2000	4000	
	<b>DINDING</b>							
	<b>Pemantul Bunyi</b>							
1	Batubata, tak diglasir	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07	0,05
2	Batubata, tak diglasir, dicat	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,00
3	Beton, kasar	0,01	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,05
4	Blok beton, dicat	0,10	0,05	0,06	0,07	0,09	0,08	0,05
5	Kaca, berat, (lebar)	0,18	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,05
6	Kaca, jendela biasa	0,35	0,25	0,18	0,12	0,07	0,04	0,15
7	Papan gipsum, tebal ½” (dipaku pada rangka 2/4, setiap jarak 16” as)	0,29	0,10	0,05	0,04	0,07	0,09	0,05
8	Papan gipsum, 1 lapis, tebal 5/8” (disekrup ke rangka 1/3, setiap jarak 16”, rongga diisi bahan isolator berserat)	0,55	0,14	0,08	0,04	0,12	0,11	0,10
9	Konstruksi no.8 dengan 2 lapis papan gipsum tebal 5/8”	0,28	0,12	0,10	0,07	0,13	0,09	0,10
10	Marmer atau keping berglasir	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,00
11	Plester pada batubata	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05
12	Plester pada blok beton (atau 1” pada papan)	0,12	0,09	0,07	0,05	0,05	0,04	0,05
13	Plester pada papan	0,14	0,10	0,06	0,05	0,04	0,03	0,05
14	Plywood tebal 3/8”	0,28	0,22	0,17	0,09	0,10	0,11	0,15
15	Baja	0,05	0,10	0,10	0,10	0,07	0,02	0,10
16	Kerei logam (metal)	0,06	0,05	0,07	0,15	0,13	0,17	0,10
17	Kayu, tebal ¼”, dengan rongga udara di belakangnya	0,42	0,21	0,10	0,08	0,06	0,06	0,10
18	Kayu, tebal 1”, dengan rongga udara di belakangnya	0,19	0,14	0,09	0,06	0,06	0,05	0,10
	<b>Penyerap Bunyi</b>							
19	Blok beton, kasar	0,36	0,44	0,31	0,29	0,39	0,25	0,35
20	Tirai (korden) ringan, 10	0,03	0,04	0,11	0,17	0,24	0,35	0,15



	ons/yard <sup>2</sup> , rata pada dinding (Catatan: Memantulkan sebagian besar frekuensi)							
21	Tirai sedang, 14 ons/yard <sup>2</sup> (dilipat-lipat hingga setengah area, dengan demikian 2m tirai sama dengan 1m dinding.)	0,07	0,31	0,49	0,75	0,70	0,60	0,55
22	Tirai berat, 18 ons/yard <sup>2</sup> , dilipat-lipat hingga setengahnya	0,14	0,35	0,55	0,72	0,70	0,65	0,60
23	Tirai tenunan serat kaca, 8 ½ ons/yard <sup>2</sup> , dilipat-lipat hingga setengahnya (Catatan: Semakin dalam rongga udara di belakangnya, hingga 12", penyerapan frekuensi rendah akan semakin besar	0,09	0,32	0,68	0,83	0,39	0,76	0,55
24	Papan serat tatal kayu, tebal 1" pada beton	0,15	0,26	0,62	0,94	0,64	0,92	0,60
25	Material berserat tebal dibelakang bidang terbuka	0,60	0,75	0,82	0,80	0,60	0,38	0,75
26	Karpet berat pada papan berserat mineral, berlubang-lubang, dengan rongga udara di belakangnya	0,37	0,41	0,63	0,85	0,96	0,92	0,70
27	Panil kayu, tebal ½", berlubang-lubang dengan diameter 3/16", 11% luasan terbuka, dengan serat kaca setebal 2 ½" yang mengisi rongga udara di belakangnya.	0,40	0,90	0,80	0,50	0,40	0,30	0,65



	<b>LANTAI</b>							
	<b>Pemantul bunyi</b>							
28	Beton atau teraso	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00
29	Linoleum, karet, atau lembaran aspal di atas beton	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,05
30	Marmer atau keping diglasir	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,00
31	Kayu	0,15	0,11	0,10	0,07	0,06	0,07	0,10
32	Parket kayu di atas beton	0,04	0,04	0,07	0,06	0,06	0,07	0,05
	<b>Penyerap bunyi</b>							
33	Karpet berat di atas beton	0,02	0,06	0,14	0,37	0,60	0,65	0,30
34	Karpet berat di atas karet busa	0,08	0,24	0,57	0,69	0,71	0,73	0,55
35	Karpet berat, di atas lateks takberpori, di atas karet busa	0,08	0,27	0,39	0,34	0,48	0,63	0,35
36	Karpet ruang dalam-ruang luar	0,01	0,05	0,10	0,20	0,45	0,65	0,20
	<b>LANGIT-LANGIT</b>							
	<b>Pemantul bunyi</b>							
37	Beton	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
38	Papan gipsum, setebal ½"	0,29	0,10	0,05	0,04	0,07	0,09	0,05

39	Papan gipsum, setebal ½", digantung	0,15	0,10	0,05	0,04	0,07	0,09	0,05
40	Plester pada bilah papan	0,14	0,10	0,06	0,05	0,04	0,03	0,05
41	Plywood, tebal 3/8"	0,28	0,22	0,17	0,09	0,10	0,11	0,15
	<b>Penyerap bunyi</b>							
42	Papan akustik, tebal ¾", digantung	0,76	0,93	0,83	0,99	0,99	0,94	0,95
43	Papan serat tatal kayu, tebal 2" pada rangka yang diletakkan	0,59	0,51	0,53	0,73	0,88	0,74	0,65
44	Material penyerap bunyi berpori, tipis, tebal ¾"	0,10	0,60	0,80	0,82	0,78	0,60	0,75
45	Material penyerap bunyi berpori, tebal, 2", atau material tipis tetapi dengan rongga udara di belakangnya	0,38	0,60	0,78	0,80	0,78	0,70	0,75



46	Serat selulosa yang disemprotkan, tebal 1" pada beton	0,08	0,29	0,75	0,98	0,93	0,76	0,75
47	Tenunan atap serat kaca, 12 ons/yard <sup>2</sup>	0,65	0,71	0,82	0,86	0,76	0,62	0,80
48	Tenunan atap serat kaca, 37 1/2 ons/yard <sup>2</sup> (Catatan: Memantulkan bunyi pada kebanyakan frekuensi)	0,38	0,23	0,17	0,15	0,09	0,06	0,15
49	Busa Polyurethane, tebal 1", sel terbuka	0,07	0,11	0,20	0,32	0,60	0,85	0,30
50	Panil-panil papan serat kaca sejajar, setebal 1", selebar 18", panjang bebas, berjarak 18" satu dengan yang lain, tergantung 12" di bawah langit-langit	0,07	0,20	0,40	0,52	0,60	0,67	0,45
51	Panil-panil papan serat kaca sejajar, setebal 1", selebar 18", panjang bebas, berjarak 6 1/2" satu dengan yang lain, tergantung 12" di bawah langit-langit	0,10	0,29	0,62	0,72	0,83	0,88	0,85
	<b>TEMPAT DUDUK DAN AUDIENS</b>							
52	Kursi yang terbungkus kain dengan baik, penahan tempat duduk berlubang-lubang, tidak diduduki	0,19	0,37	0,56	0,67	0,61	0,59	
53	Kursi yang terbungkus dengan kulit, tidak diduduki	0,44	0,54	0,60	0,62	0,58	0,50	
54	Audiens, duduk di kursi yang terbungkus	0,39	0,57	0,80	0,94	0,92	0,87	
55	Jemaat, duduk di bangku kayu	0,57	0,61	0,75	0,86	0,91	0,86	
56	Kursi, metal atau kayu, tidak	0,15	0,19	0,22	0,39	0,38	0,30	



	diduduki							
57	Siswa, berpakaian tidak formal, duduk di kursi dengan tempat menulis di samping	0,30	0,41	0,49	0,84	0,87	0,84	
	<b>BUKAAN</b>							
58	Balkon dalam, dengan kursi yang terbungkus			0,50-1,00				
59	Difuser atau gril, sistem mekanik			0,15-0,50				
60	Panggung			0,25-0,75				
	<b>LAIN-LAIN</b>							
61	Kerakal, pisah-pisah dan lembab, tebal 4"	0,25	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,70
62	Rumput, <i>marion bluegrass</i> , setinggi 2"	0,11	0,26	0,60	0,69	0,92	0,99	0,60
63	Salju, baru turun, tebal 4"	0,45	0,75	0,90	0,95	0,95	0,95	0,90
64	Tanah, kasar	0,15	0,25	0,40	0,55	0,60	0,60	0,45
65	Pohon, cemara balsam, 20ft <sup>2</sup> per pohon, setinggi 8'	0,03	0,06	0,11	0,17	0,27	0,31	0,15
66	Permukaan air (kolam renang)	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,00

Sumber: M. David Egan

Catatan: NRC (*Noise Reduction Coefficient*) adalah koefisien serapan bunyi suatu material yang diambil rata-rata dari 250 – 2000 Hz. Oleh karena itu penggunaannya harus hati-hati.

