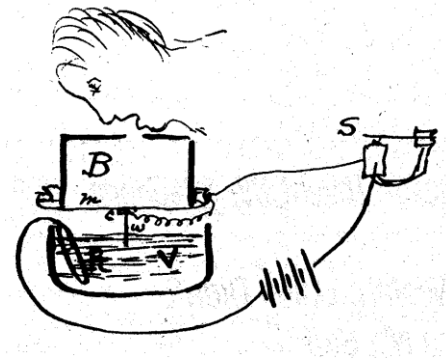


BAB 6. SATUAN UKURAN KEBISINGAN

6.1. LEVEL DAN DESIBEL

Respon manusia terhadap suara kira-kira sebanding dengan logaritma intensitas suara. Tingkat logaritmik (diukur dalam desibel atau dB), di Akustik, Teknik Elektro, dan biasanya dinyatakan dalam bentuk persamaan:

$$10\log_{10} \left(\frac{\text{power}}{\text{refrensi power}} \right) \text{ dB}$$



Gambar 35. Bell 1876 gambar paten dari telepon

Kenaikan 1 dB adalah kenaikan minimum yang dibutuhkan untuk suara yang lebih keras. Itu adalah 1/10 desibel dari Bel, dan itu diberi nama oleh para insinyur Bell Labs untuk menghormati Alexander Graham Bell, yang menciptakan telepon pada tahun 1876, dia adalah seorang ahli terapi bicara dan guru seni deklamasi.

Level sound power:

$$L_w = 10\log_{10} \frac{W}{W_{ref}} ; W_{ref} = 10^{-12} \text{ watts}$$

Level sound intensitas:

$$L_I = 10\log_{10} \frac{I}{I_{ref}} ; I_{ref} = 10^{-12} \text{ watts/m}^2$$

Level sound tekanan (SPL):

$$L_p = 10 \log_{10} \frac{P_{rms}^2}{P_{ref}^2} = 20 \log_{10} \frac{P_{rms}}{P_{ref}} ; P_{ref} = 20 \mu Pa = 0.00002 \text{ N/m}^2$$

Keterangan:

- 1 Pa = SI unit untuk tekanan = $1 \text{ N/m}^2 = 10 \mu \text{Bar}$
- 1 psi unit = kuno untuk = metricly menantang 6894Pa
- ρc = impedansi karakteristik dari udara = $415 \text{ m}^2 / \text{s kg} = 415 \text{ mks rayls}$
(@ 20 ° C)
- c = kecepatan suara dalam udara = 343 m / detik (@ 20 ° C, 1 atm)

Bagaimana hubungan dB dengan realitas?

Tabel 3. Tingkat tekanan suara dari berbagai sumber:

Tingkat tekanan suara (dB re 20 μ Pa)	Deskripsi berbagai tingkat tekanan suara	Subjektif Deskripsi
140	Posisis bulan peluncuran di 100m, api artileri di rumah penembak	tak tertahankan, berbahaya
120	Ruang ship's engine, konser musik rock dan dekat dengan speaker	
100	pabrik tekstil, tekan kamar dengan menekan berjalan, pukulan pers dan ketam kayu di posisi operator	Sangat bising

80	sibuk di samping jalan raya, berisik berteriak	bising
60	department store, restoran, tingkat tutur	
40	tenang perumahan lingkungan, tenang tingkat ambien	tenang
20	studio rekaman, tingkat ambien	Sangat tenang
0	ambang pendengaran untuk anak muda yang normal	

6.2. MENGGABUNGAN TINGKAT DESIBEL

Sumber koheren Suara pada penerima sering kombinasi dari dua atau lebih sumber diskrit. Umum kasus sumber memiliki frekuensi yang berbeda dan hubungan fase acak. Ini disebut sumber yang tidak koheren. Energi total dari dua sumber koheren sama dengan jumlah dari energi dari masing-masing. (ingat intensitas yang sebanding dengan p^2).

Karena intensitas total adalah jumlah dari intensitas dari setiap sumber individu, kita dapat menghitung tekanan total:

$$P_T^2 = \sum_{i=1}^n P_1^2 + \sum P_1^2 + P_2^2 + \dots P_n^2$$

Dan pada dB

$$10 \log_{10} \left(\frac{P_T}{P_{ref}} \right)^2 = 10 \log_{10} \sum_{i=1}^n \left(\frac{P_i}{P_{ref}} \right)^2 = 10 \log_{10} \sum_{i=1}^n 10^{L_{P_i} / 10}$$

Contoh soal:

Bagaimana tingkat suara gabungan tekanan karena dua sumber koheren dari 90 dan 88 dB? Jawaban 92,1 dB

Atau Anda dapat menggunakan grafik pada Gambar 1.6 dalam teks kami untuk menggabungkan tingkat.

“Kasus khusus yang perlu diingat”

- Jika dua sumber koheren memiliki tingkat yang sama, SPL total 3dB lebih dari lainnya
- Sumber kedua yaitu 10 dB lebih rendah dari yang pertama dan lebih kecil dari yang lainnya, 5 dB terhadap total SPL.

Sumber koheren

Jika sumber yang koheren (frekuensi yang sama persis), fase harus dipertimbangkan. Total, tekanan gabungan adalah:

$$P_T^2 = P_1^2 + P_2^2 + 2P_1P_2 \cos(\beta_1 - \beta_2)$$

$$10 \log_{10} \left(\frac{P_T}{P_{ref}} \right)^2 = 10 \log_{10} \sum_{i=1}^n \left(\frac{P_i}{P_{ref}} \right)^2$$

Penambahan dua sumber koheren (total dalam fase) dengan menambahkan 6 dB. Contoh Soal: sumber-sumber kebisingan Kemungkinan dari sebuah gergaji industri meliputi: aerodinamis, mekanik, (motor, getaran pisau). Untuk ukuran 98 dB @ 1 meter (sangat keras). Agar

menentukan kontribusi dari kebisingan aerodinamis, pisau tanpa gigi dibuat dan mengukur 91dB @ 1 meter. Berapa suara aero berkontribusi? Jawaban: 97dB, sehingga kebisingan aerodinamis adalah sumber dominan

6.3. HUBUNGAN DASAR

Intensitas (medan jauh, tidak ada refleksi)

$$I = \frac{\langle p^2 \rangle}{\rho c} = \frac{P_{rms}^2}{\rho c}$$

$$W = \int_s I dS$$

Catatan: Dalam bidang bebas, baik kekuatan dan intensitas sebanding dengan p²

Tabel 4. Variasi dengan jarak

Sumber daya	Power suara	Intensitas	Tekanan
Titik	Independent dari r	1/r ²	1/r
Silinder	Independent dari r	1/r	1/r ^{1/2}
plane	Independent dari r	Independent dari r	Independent dari r

SPL bervariasi - Jarak 3dB/Doubling - silinder menyebarkan

- Jarak 6dB/Doubling - bola menyebar

6.4. HUBUNGAN ANTARA L_p, L_w, DAN L_I

Jika intensitas seragam atas daerah S (dengan asumsi Menyebarkan bola) untuk sumber bola: $W = I \cdot S$

$$L_W = 10 \log_{10} \frac{W}{W_{REF}} = 10 \log_{10} \frac{I \cdot S}{W_{REF}}$$

$$= 10 \log_{10} \frac{I}{I_{REF}} + 10 \log_{10} \frac{S}{S_0}$$

$$S_0 = 1.0m^2$$

$$W_{REF} = 10^{-12} \text{ watts} = 10^{-12} \text{ watts} / m^2 \times 1.0m^2 = I_{REF} \times 1.0m^2$$

So: $L_W = L_I + 10 \log_{10} \frac{S}{S_0}$ ($L_I = L_W @ S = 1.0m^2$)

and since $W = \frac{P_{RMS}^2}{\rho c} \cdot 4\pi r^2 = I \cdot S$

$$L_W = 10 \log_{10} \frac{P_{RMS}^2}{P_{REF}^2} + 10 \log_{10} \left[\frac{4\pi r^2 P_{REF}^2}{W_{REF} \rho c} \right]$$

using $\rho c = 415 N \text{ sec} / m^3$, $W_{REF} = 10^{-12} \text{ watts}$, $P_{REF} = .00002 Pa$, we get:

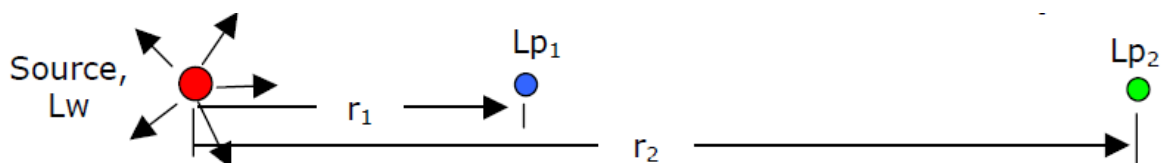
$$L_W = L_I + 20 \log_{10} r + 11 \text{ dB}$$

Persamaan ini sangat berguna. Kita dapat menggunakannya untuk:

- 1) menghitung SPL jarak jika kita mengetahui kekuatan suara
- 2) menghitung kekuatan suara jika kita tahu SPL pada satu rentang

Kami juga dapat memperoleh persamaan yang berguna untuk menghubungkan tekanan suara pada setiap dua jarak:

$$\Delta SPL = L_{r_1} - L_{r_2} = 20 \log_{10} \frac{r_2}{r_1}$$

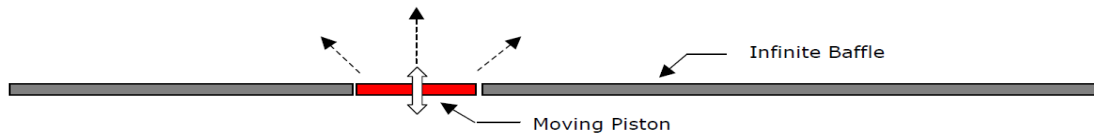


Gambar 36. propagasi suara Bulat

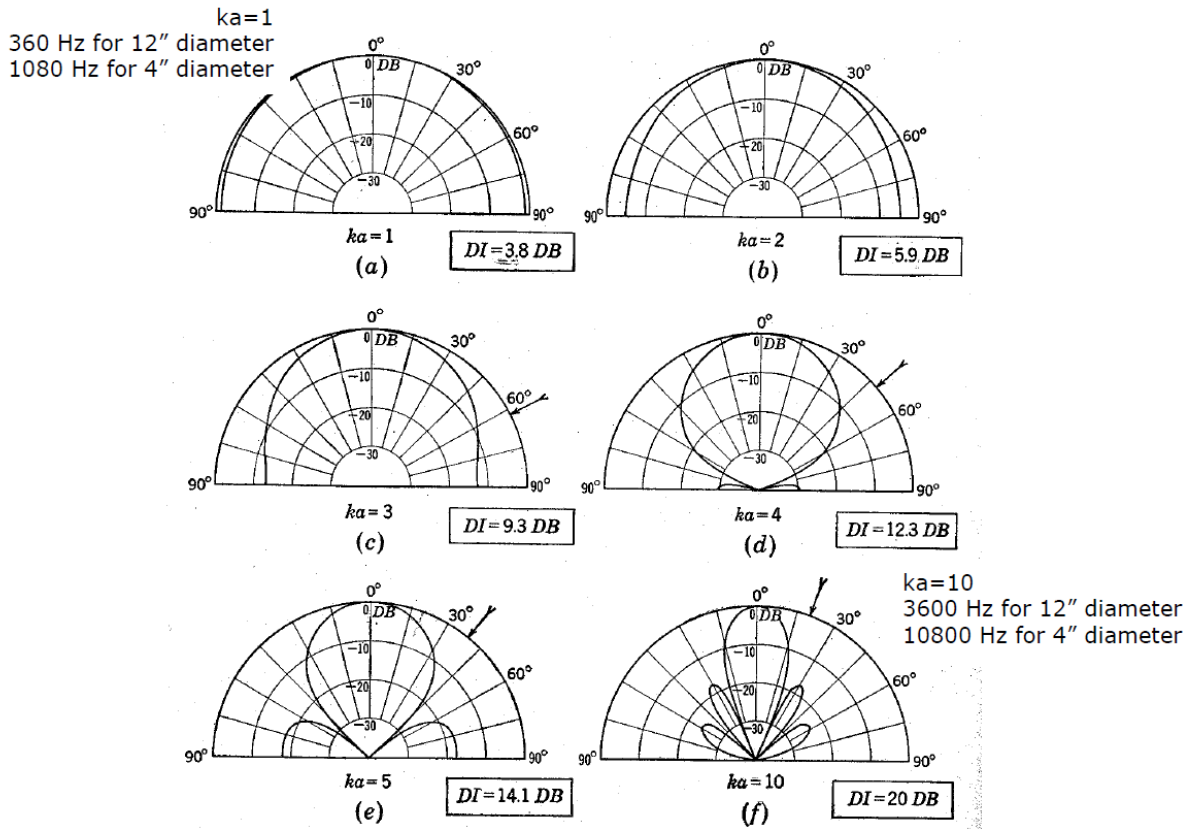
Contoh masalah: Bagaimana perubahan SPL sebagai jaraknya dua kali lipat untuk bola sumber?

6.5. KETERARAHAN SUMBER BUNYI

Sebagian besar sumber tidak sama memancarkan ke segala arah. Contoh - piston melingkar dalam tak terbatas baffle (yang merupakan pendekatan yang baik dari penguas suara).



Gambar 37. Sebuah piston melingkar dalam penyekat tak terbatas kaku



Gambar 38. 4 pola Directivity untuk piston lingkaran berjari-jari a dalam penyekat tak terbatas

Tentukan faktor directivity Q (disebut D_θ dalam beberapa referensi)

$$Q = \frac{P_\theta^2}{P_S^2} = \frac{I_\theta}{I_{MEAN}}$$

dimana:

P_θ = rms sebenarnya tekanan suara pada sudut θ

P_S = rms tekanan suara dari sumber titik seragam memancar W kekuatan yang sama total sumber yang sebenarnya

Langsung Indeks DI: $DI = 10 \log_{10} Q = 10 \log_{10} P_\theta^2 - 10 \log_{10} P_S^2$

Jika DI dan B diketahui, tekanan yang sebenarnya dapat dihitung dengan:

$$P_\theta^2 = Q \cdot P_S^2 = Q \frac{W \rho c}{4\pi r^2}$$

Kasus:

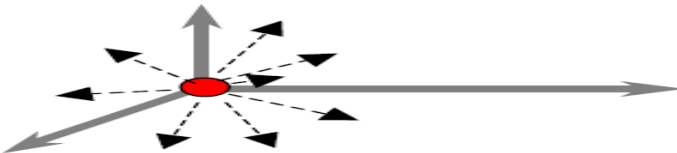
- radiasi hemispherical (sumber titik pada permukaan yang sempurna mencerminkan), DI = 3 dB



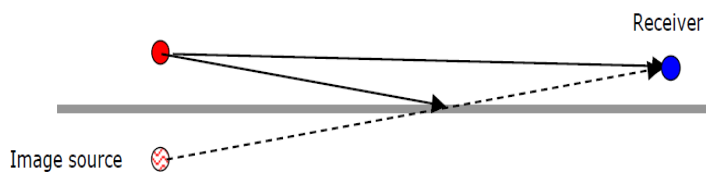
- Sumber di persimpangan dua pesawat, DI = 6dB



- Sumber di sudut (persimpangan tiga pesawat, DI = 9 dB)



- Sumber di atas pesawat dengan sempurna mencerminkan



Dalam hal ini, kita harus secara efektif dua sumber yang sama persis dengan fase yang sama (sumber nyata dan citra perusahaan). Ini adalah sumber koheren yang konstruktif akan menambah. Efek bersih adalah bahwa tekanan suara akan dua kali lipat (dengan asumsi bahwa panjang jalan dari sumber masing-masing kurang lebih sama). Mereka juga dapat membatalkan satu sama lain jika perbedaan panjang lintasan adalah $\frac{1}{2}$ panjang gelombang. Menggandakan tekanan setara dengan menambahkan 6 dB ke tingkat suara. dengan asumsi kasus terburuk skenario dari persamaan sempurna konstruktif, penambahan A menjadi: untuk sumber di atas pesawat dengan sempurna mencerminkan

$$L_p = L_w - 20 \log_{10} r - 5 \text{ dB}$$

Contoh: Untuk piston bingung atau radius, distribusi tekanan adalah:

$$p(r,t) = \frac{\sqrt{2} j f \rho_0 u_0 \pi a^2}{r} \left[\frac{2J_1(ka \sin \theta)}{ka \sin \theta} \right] e^{j\omega(t-r/c)} \quad (4.17)$$

where u_0 = rms velocity of the piston

$J_1(\)$ = Bessel function of the first order for cylindrical coordinates⁶

Sekarang kita dapat memperbarui Persamaan kami sebelumnya A untuk memasukkan efek terarah. Gratis-bidang (tidak ada refleksi, di bidang ini) propagasi dari sumber directional

$$L_{P_\theta} = L_W - 20 \log_{10} r - 11 + DI_\theta$$

Untuk kasus khusus dari propagasi setengah bola (sumber terletak di sebuah pesawat dengan sempurna mencerminkan, $DI = 3$), yang jelas daya dua kali lipat oleh refleksi (3 dB kenaikan):

$$L_P = L_W - 20 \log_{10} r - 8$$