

Artikel ini akan membahas beberapa hal yang sering dipertanyakan seputar dB SPL (selanjutnya hanya disingkat dB saja). Pembahasan hanya difokuskan terhadap desibel dengan referensi 20microPascal dimana secara internasional ditentukan sebagai 0dB referensi batas bawah pendengaran kita. Secara umum,

$$dB\ SPL = 20\log\left(\frac{\text{Tekanan udara yang diamati}}{\text{Tekanan referensi}(20\mu Pa)}\right). \text{ SPL} = \text{Sound Pressure Level.}$$

Kenapa 60dB + 60dB ≠ 120dB?

Penambahan desibel tidak bersifat *linear* seperti 1+1=2. Penambahannya bersifat logaritmik. Dengan mengetahui apa referensi dari desibel yang kita bicarakan dan menggunakan rumus diatas, kita mengerti bahwa 60dB didapat dari:

$$60 = 20\log\left(\frac{X}{0.00002}\right) \text{ dimana } X = 10^{60\div 20} \times 0.00002 = 0.02\text{Pascal.}$$

Jadi 60dB + 60dB sama saja 0.02Pa + 0.02Pa = 0.04Pa. Berapa dB, 0.04Pa? Mari kita masukkan lagi ke rumus diatas:

$$20\log\left(\frac{0.04}{0.00002}\right) = 66.0206\text{dB.}$$

Penambahan tersebut bersifat sangat sempurna dan berlaku jika ke-2 sumber suara tersebut adalah bersifat *coherent* seperti *sine wave*. Pada umumnya, penambahan 2 sumber suara yang *incoherent* (apa saja selain *sine wave*) tidak setinggi sumber suara yang *coherent* (sangat identik, fase dan amplitudanya sama)

Bagaimana dengan 60dB + 56dB + 96dB + 101dB? Adakah cara yang lebih sederhana dari yang diatas?

Kita dapat menggunakan: $10\log\left[10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_n}{10}}\right]$ untuk sumber suara yang *incoherent*. Rumus ini dipakai 99% untuk menghitung penambahan logaritma tekanan suara pada umumnya kecuali kalau kita tahu bahwa kita berurusan dengan *sine wave* (yang bersifat *coherent*). Dengan rumus tersebut: $10\log\left[10^{\frac{60}{10}} + 10^{\frac{56}{10}} + 10^{\frac{96}{10}} + 10^{\frac{101}{10}}\right] = 102.194\text{dB.}$

Perhatikan jika kita kembali ke persoalan pertama dengan menggunakan rumus ini, 60dB + 60dB akan menjadi:

$10\log\left[10^{\frac{60}{10}} + 10^{\frac{60}{10}}\right] = 63\text{dB}$. Hal ini membuktikan bahwa dua sumber suara *coherent* dengan *magnitude* (isi/besar) sama akan menghasilkan 3dB lebih dibandingkan dua sumber suara *incoherent* dengan *magnitude* yang sama jika dijumlahkan. Contoh dari peristiwa ini adalah dua buah 1kHz *sine wave* yang masing-masing 60dB akan menghasilkan satu buah 1kHz *sine wave* 66dB (dengan mengabaikan beberapa hal lain). Sedangkan 2 buah sumber suara musik, suara manusia, *pink noise* yang sama (sumber *incoherent*) akan hanya menghasilkan 3dB lebih kencang jika di'jumlahkan'.

Berapa dB total dari 75 pemain biola yang memainkan rata-rata 70dB?

Pertanyaan ini dengan mudah dapat dijawab dengan rumus: *dB satu unit* + 10log (*n*) dimana kita dapatkan:

$70\text{dB} + 10\log(75) = 88.75\text{dB}$. Rumus ini juga dapat digunakan untuk pertanyaan pertama diatas dimana 2 kali 60dB adalah $60\text{dB} + 10\log(2) = 63\text{dB}$.

***Dapatkan anda hitung total desibel dari 3 pemain trumpet yang masing-masing bermain pada 85dB, 8 pemain biola yang masing-masing bermain pada 78dB dan 3 pemain clarinet yang masing-masing bermain pada 79dB, 81dB dan 79dB? Jawaban dapat anda lihat di akhir artikel ini.**

Prinsip '3dB' tiap dua kali sumber suara dengan tingkat SPL yang sama.

Dari semua pembicaraan di halaman pertama, dapat kita simpulkan bahwa 1 buah sumber suara (sekali lagi penekanannya adalah sumber suara yang bersifat *incoherent*) dengan SPL 80dB, akan menghasilkan 83dB jika ada satu sumber suara yang didekatkan. 86dB akan tercapai jika ada empat buah sumber suara 80dB. Untuk menambah 3dB lagi, perlu dua kali 4 sumber suara, atau 8 sumber suara tersebut. Yang terakhir, dapat kita hitung bahwa penambahan 9dB mempunyai koresponden terhadap 8 sumber suara dengan: $10\log(8)=9\text{dB}$. Jadi 8 buah sumber suara 80dB akan menghasilkan 89dB.

Prinsip ini dapat digunakan untuk memprediksi macam-macam. Contohnya diffuser A/C. Misalnya ada sebuah diffuser udara yang menghasilkan *self-noise* sebesar 30dB (*noise* lain-lain diabaikan). Jika diffuser ini akan dipasang dalam sebuah ruangan sebanyak 8 buah, kita dapat prediksi bahwa *noise* akan bertambah 9dB. 39dB mungkin tidak akan berarti jika ruangan tersebut mempunyai *background noise* diatas 49dB, namun jika ruangan tersebut mempunyai tingkat kebisingan dibawah 44dB, penambahan 8 buah diffuser ini akan menambah *background noise* dari ruangan tersebut.

***Dapatkah anda hitung berapa SPL total dari 1 juta jangkrik yang bersuara sebesar 0dB?**

Prinsip beda 10dB.

Perhatikan soal ke-2 diatas: $60\text{dB} + 56\text{dB} + 96\text{dB} + 101\text{dB} = ?$ Pertanyaan ini dapat dijawab dengan singkat dengan prinsip 10dB. Pada dasarnya perbedaan 10dB tidak akan membuat sumber suara yang lemah mendominasi. Perhatikan bahwa jawaban pertanyaan tersebut adalah sama dengan $96\text{dB} + 101\text{dB}$ saja. Silahkan anda buktikan sendiri.

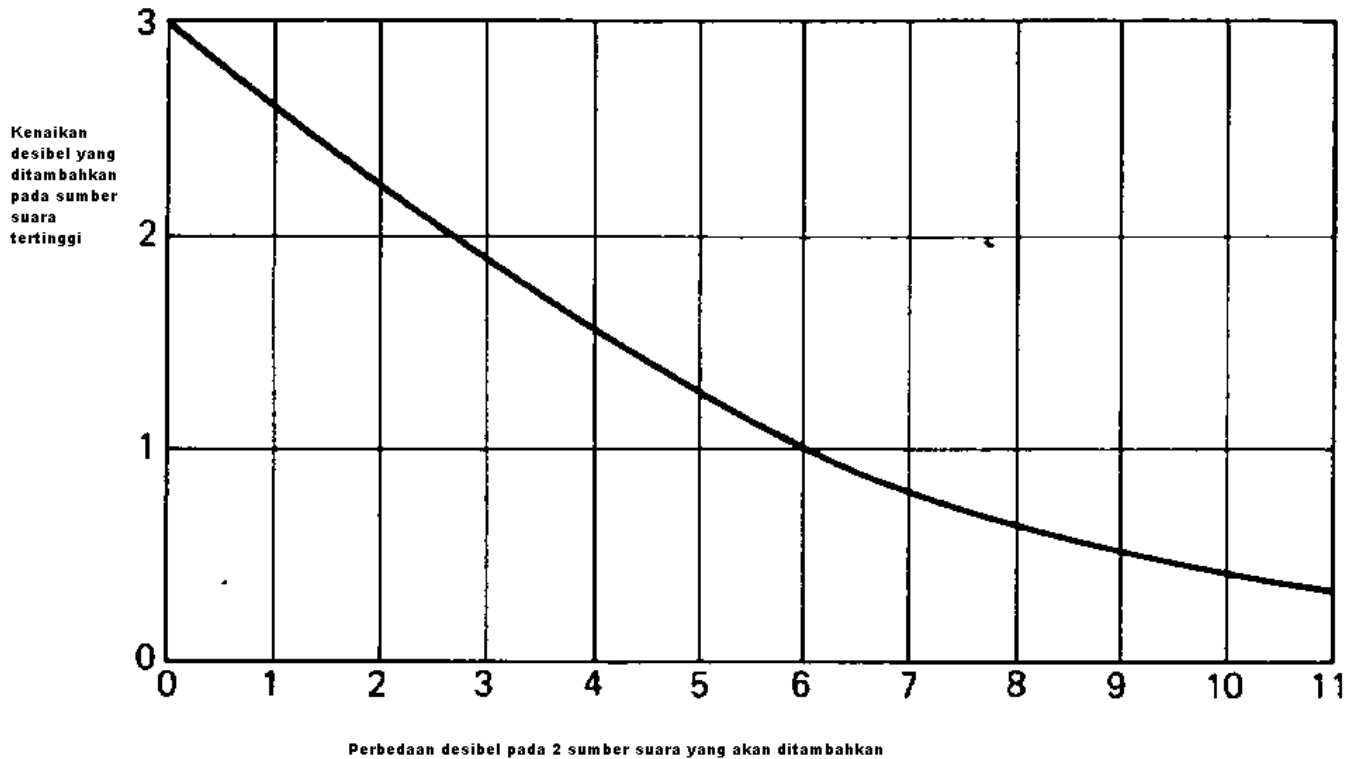
Jadi dua sumber suara, misalnya 78dB dan 88dB yang dijumlahkan akan menghasilkan satu sumber suara total sebesar 88dB. Prinsip 10dB dan 3dB sangat memudahkan kita dalam memprediksi di lapangan.

6dB = 2 kali lebih kencang?

Beberapa orang berpendapat bahwa +10dB adalah 2 kali lebih kencang. Ada juga beberapa orang yang berpendapat bahwa +6dB adalah 2 kali lebih kencang. Saya pribadi tidak menganut keduanya. Beberapa orang yang memegang prinsip bahwa +6dB adalah 2 kali lebih kencang dapat membuat suatu garis besar sebagai berikut:

- + 1 dB berarti 12% kenaikan SPL
- + 3 dB berarti 40% kenaikan SPL
- + 6dB berarti dua kali lebih kencang (200% dari SPL semula)
- + 12 dB berarti empat kali lebih kencang (400% dari SPL semula)
- 1 dB berarti 90% dari SPL semula
- 3 dB berarti 70% dari SPL semula
- 6 dB berarti half dari SPL semula
- 12 dB berarti $\frac{1}{4}$ dari SPL semula

Penggunaan grafik untuk penambahan desibel juga dapat kita lakukan untuk mempermudah/mempercepat kira-kira perhitungan. Perhatikan grafik dibawah dimana x-axis adalah selisih dua SPL sumber suara yang mau kita tambah dan y-axis adalah penambahannya untuk SPL tertinggi.



Mari kita lihat contoh sebagai berikut:

$$95\text{dB} + 97\text{dB} = ?$$

Perhatikan bahwa selisihnya adalah 2dB. Liat grafik diatas dan cari angka 2 pada x-axis, ... grafiknya berpotongan sekitar pada angka 2.3dB. Dengan demikian, hasilnya adalah $97 + 2.3$ (secara linear) = 99.3dB. Apakah benar menurut perhitungan? $10\log \left[10^{\frac{97}{10}} + 10^{\frac{95}{10}} \right] = 99.124\text{dB}$.

Bagaimana dengan $90\text{dB} + 101\text{dB} + 104\text{dB}$?

Pertama, kita dapat abaikan 90dB karena selisihnya lebih dari 10dB. Maka menurut grafik diatas, $101\text{dB} + 104\text{dB}$ adalah $103 + 1.9 = 104.9\text{dB} = 105\text{dB}$. Dengan rumus, kita dapatkan: $10\log \left[10^{\frac{90}{10}} + 10^{\frac{101}{10}} + 10^{\frac{104}{10}} \right] = 105.87\text{dB}$.

Kesimpulan penambahan desiBel (sumber suara *incoherent*) dapat kita ambil:

1. 2 sumber suara dengan SPL sama akan menjadi 3dB lebih tinggi.
2. Makin sedikit perbedaan SPL 2 sumber suara, akan menghasilkan makin banyak penambahannya (maksimum 3dB).
3. Makin banyak perbedaan SPL 2 sumber suara, akan menghasilkan makin sedikitnya penambahan (Perbedaan 10dB akan didominasi dengan sumber suara yang lebih keras).

Saya harap artikel ini dapat memberi banyak masukan tentang aplikasi penjumlahan desiBel. Jika ada kesalahan hitungan, saya harap anda dapat menghubungi saya lewat email. Terima kasih sebelumnya.

YP Hadi SK

*ps.
Jawaban dari soal di halaman pertama paragraf terakhir adalah sebagai berikut: $[85 + 10\log(3)] + [78 + \log(8)] + 81 + [79 + 10\log(2)] = 89.77dB + 87dB + 81dB + 82dB = 10\log \left[10^{\frac{89.77}{10}} + 10^{\frac{87}{10}} + 10^{\frac{81}{10}} + 10^{\frac{82}{10}} \right] = 92.4dB$.

*ps2.
Jawaban dari soal di halaman ke-2 tengah adalah sebagai berikut: $0dB + 10\log(1000000) = 60dB$.