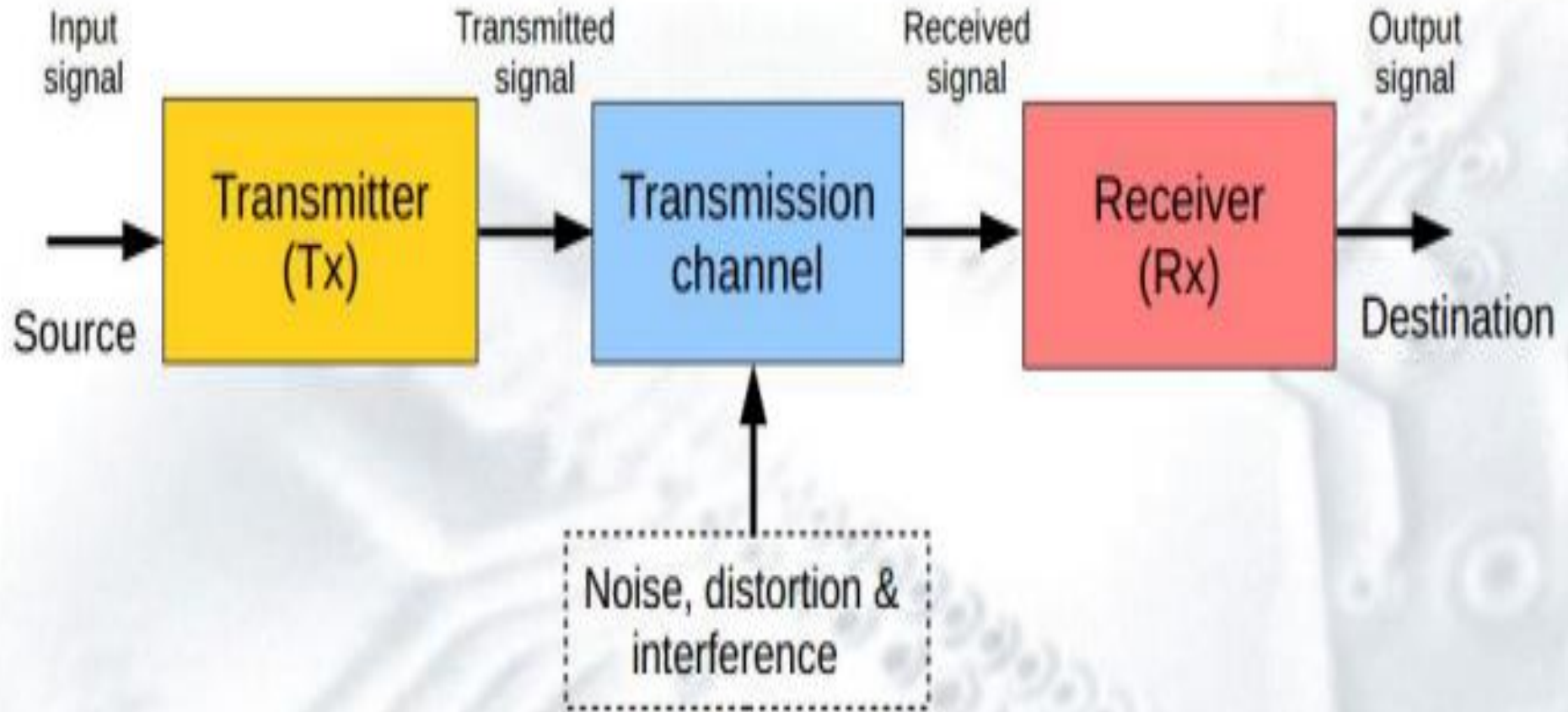


Pengenalan Teknik Telekomunikasi


Modul : 09
Besaran dan Ukuran Kerja Transmisi

Faculty of Electrical Engineering
BANDUNG, 2015


Konsep dasar sistem transmisi




Daya (Power) (P)

 adalah suatu besaran keluaran sinyal, yang dihasilkan oleh suatu perangkat dan dinyatakan dalam satuan Watt (W) atau desiBelWatt (dBW)

 $P \text{ (Watt)} = E \text{ (Volt)} \times I \text{ (Amp)}$

 $P \text{ (Watt)} = E^2 \text{ (Volt}^2) / R \text{ (Ohm)}$

 $P \text{ (Watt)} = I^2 \text{ (Amp)} \times R \text{ (Ohm)}$

 $P \text{ (dbW)} = 10 \text{ Log } P / (1 \text{ Watt})$

 $P \text{ (dBm)} = 10 \text{ Log } p / (1 \text{ mWatt})$

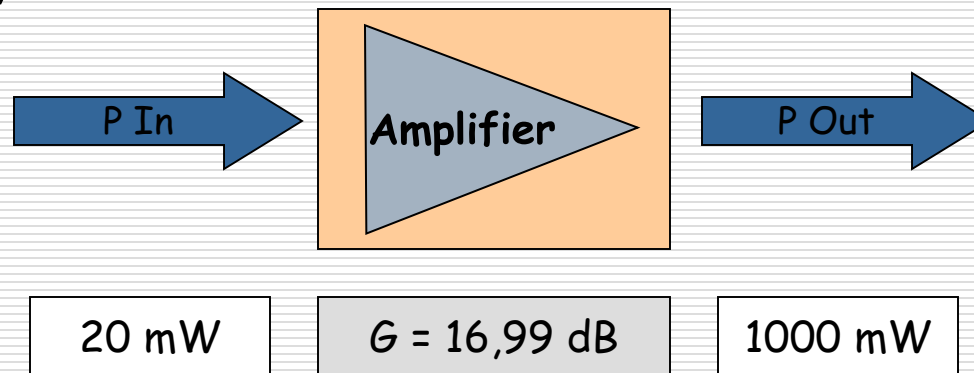
Penguatan (Gain) (G)

adalah suatu besaran yang dihasilkan oleh perbandingan antara besar sinyal masukan dan sinyal keluaran dalam bilangan Logaritmis 10 dengan satuan dB , dimana sinyal keluar lebih besar dari sinyal masuk

$P(\text{in}) = 20 \text{ mW} ; P(\text{out}) = 1000 \text{ mW}$

$G = 10 \text{ Log } P(\text{out})/P(\text{in}) \text{ dB}$

$G = 16,99 \text{ dB}$



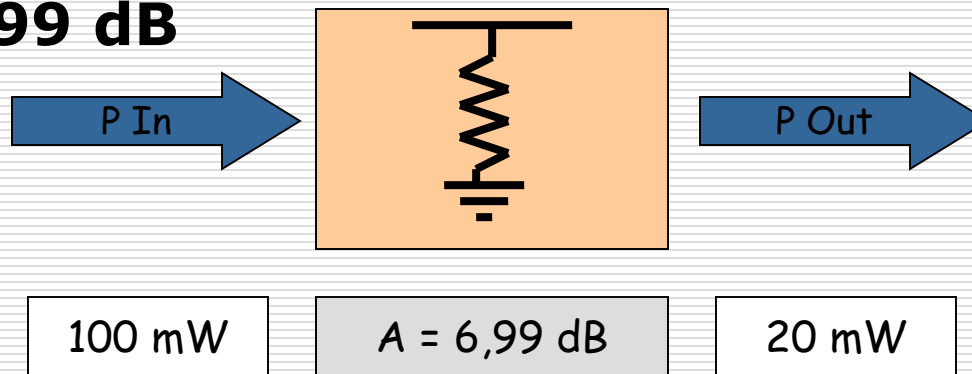
Redaman (Loss) (A)

adalah suatu besaran yang dihasilkan oleh perbandingan antara besar sinyal masukan dan sinyal keluaran dalam bilangan Logaritmis 10 dengan satuan dB , dimana sinyal keluar lebih kecil dari sinyal masuk

$P(\text{in}) = 100 \text{ mW} ; P(\text{out}) = 20 \text{ mW}$

$A = 10 \text{ Log } P(\text{out})/P(\text{in}) \text{ dB}$

$A = 6,99 \text{ dB}$



◆ *Relative power level.*

Jika yang diperbandingkan adalah daya yang besarnya berubah atau tidak tetap.

$$\text{dB} = 10 \log \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}}$$

◆ *Absolute power level*

Jika yang diperbandingkan adalah daya yang besarnya tetap dengan suatu level acuan yaitu 1 W atau 1 mW

$$\text{dBm} = 10 \log \frac{P_{\text{(mW)}}}{1 \text{ mW}}$$

$$\text{dBw} = 10 \log \frac{P_{\text{(W)}}}{1 \text{ W}}$$

Pemahaman Operasi Parameter Transmisi :dB

Adalah satuan yang menggambarkan suatu perbandingan.

Merupakan suatu log dengan bilangan dasar 10

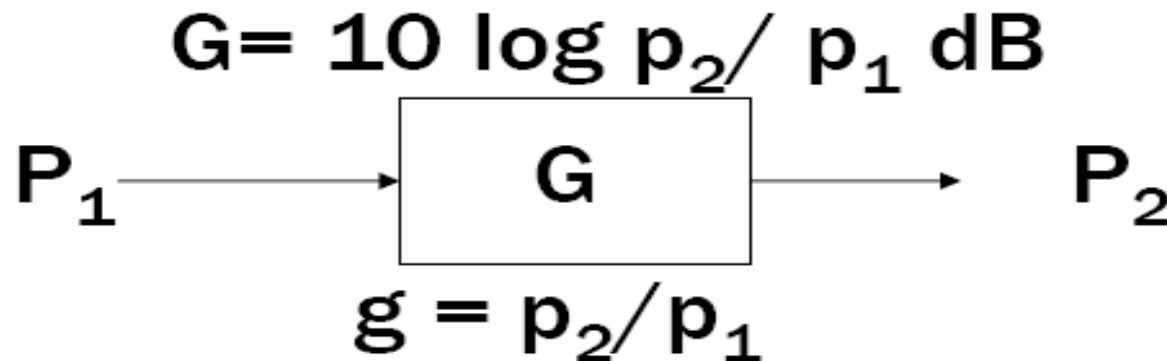
“ Suatu perbandingan antara dua besaran tenaga (power) dengan skala logaritma”

Dalam domain daya dikatakan :



Pemahaman dB

dB adalah perbandingan dua besaran daya dlm bentuk logaritma



$p_1 = 6 \text{ mw}$ dan $g = 15$ maka $p_2 = 90 \text{ mw} \rightarrow p_2 = 6 \times 15$
 $G = 10 \log 15 = 11,8 \text{ dB}$

$p_1 = 0,10 \text{ watt}$ dan $g = 1/5$ maka $p_2 = 0,02 \rightarrow p_2 = 10 \times 1/5$
 $G = 10 \log 1/5 = -7 \text{ dB}$

Sinyal Power Level



$$g = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{I_{out}}{I_{in}}$$

- Jika $P_{out} > P_{in} \rightarrow$ Penguatan

$$G = 10 \log \frac{P_{out}}{P_{in}} = 20 \log \frac{V_{out}}{V_{in}} = 20 \log \frac{I_{out}}{I_{in}}$$

- Jika $P_{out} < P_{in} \rightarrow$ Redaman

$$L = 10 \log \frac{P_{in}}{P_{out}} = 20 \log \frac{V_{in}}{V_{out}} = 20 \log \frac{I_{in}}{I_{out}}$$

Bahwa jaringan mempunyai Gain 3 dB, jadi

$$\text{Gain (dB)} = 10 \log \frac{\text{Outp}}{\text{Inpt}} = 10 \log \frac{2}{1} =$$

$$= 10 \times 0,3013 = 3,013 \text{ dB}$$



1000 w

1 w,

Jaringan mempunyai rugi-rugi sebesar 30 dB.

$$\text{Rugi-rugi (dB)} = 10 \log \frac{\text{Inp}}{\text{Out}} = 10 \log \frac{1000}{1} =$$

$$= 30 \text{ dB}$$

Using Decibels

- In manual calculation of RF power levels, unwieldy large and small numbers occur as a product of painful multiplication and division.
- It is popular and much easier to work in Decibels (dB).
 - rather than multiply and divide RF power ratios, in dB we can just add & subtract

Ratio to Decibels

$$\text{db} = 10 * \text{Log} (X)$$

Decibels to Ratio

$$X = 10^{(\text{db}/10)}$$

Decibel Examples

Number N	dB
1,000,000,000	+90
100,000,000	+80
10,000,000	+70
1,000,000	+60
100,000	+50
10,000	+40
1,000	+30
100	+20
10	+10
4	+6
2	+3
1	0
0.5	-3
0.25	-6
0.1	-10
0.01	-20
0.001	-30
0.0001	-40
0.00001	-50
0.000001	-60
0.0000001	-70
0.00000001	-80
0.000000001	-90

Logaritma.

$10^0 = 1$	$\log = 0$
$10^1 = 10$	$\log = 1$
$10^2 = 100$	$\log = 2$
$10^3 = 1000$	$\log = 3$
$10^4 = 10000$	$\log = 4$

$10^{-1} = 0.1$	$\log = -1$
$10^{-2} = 0.01$	$\log = -2$
$10^{-3} = 0.001$	$\log = -3$
$10^{-4} = 0.0001$	$\log = -4$

Desibel

$10^0 = 1$	$\log = 0$	$\text{dB} = 10 \log 1$	$= 10 \times 0 = 0 \text{ dB}$
$10^1 = 10$	$\log = 1$	$\text{dB} = 10 \log 10$	$= 10 \times 1 = 10 \text{ dB}$
$10^2 = 100$	$\log = 2$	$\text{dB} = 10 \log 100$	$= 10 \times 2 = 20 \text{ dB}$
$10^3 = 1000$	$\log = 3$	$\text{dB} = 10 \log 1000$	$= 10 \times 3 = 30 \text{ dB}$
$10^4 = 10000$	$\log = 4$	$\text{dB} = 10 \log 10000$	$= 10 \times 4 = 40 \text{ dB}$
$10^{-1} = 0.1$	$\log = -1$	$\text{dB} = 10 \log 0.1$	$= 10 \times -1 = -10 \text{ dB}$
$10^{-2} = 0.01$	$\log = -2$	$\text{dB} = 10 \log 0.01$	$= 10 \times -2 = -20 \text{ dB}$
$10^{-3} = 0.001$	$\log = -3$	$\text{dB} = 10 \log 0.001$	$= 10 \times -3 = -30 \text{ dB}$
$10^{-4} = 0.0001$	$\log = -4$	$\text{dB} = 10 \log 0.0001$	$= 10 \times -4 = -40 \text{ dB}$

1.



$$\text{dB} = 10 \log \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} = 10 \log \frac{0.65}{0.43} = +1.79 \text{ dB}$$

2.

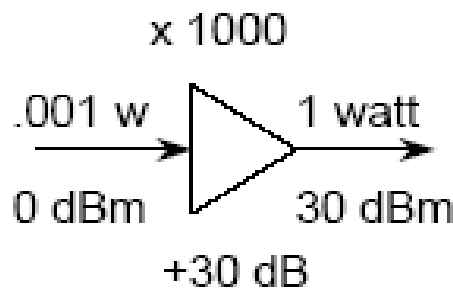


$$\text{dB} = 10 \log \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \longrightarrow 10 \log \frac{P_{\text{out}}}{0.8} = +1.23 \text{ dB}$$

$$P_{\text{out}} = 1.06 \text{ mW}$$

Decibels - Relative and Absolute

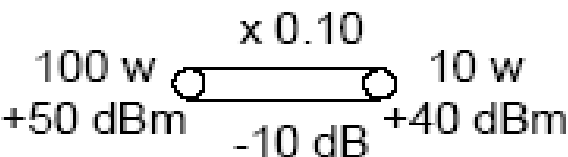
- Decibels normally refer to power ratios -- in other words, the numbers we represent in dB usually are a ratio of two powers. Examples:



- A certain amplifier amplifies its input by a factor of 1,000. ($P_{out}/P_{in} = 1,000$). That amplifier has 30 dB gain.
- A certain transmission line has an efficiency of only 10 percent. ($P_{out}/P_{in} = 0.1$) The transmission line has a loss of -10 dB.

- Often decibels are used to express an absolute number of watts, milliwatts, kilowatts, etc.... When used this way, we always append a letter (W, m, or K) after "db" to show the unit we're using. For example,

- 20 dBK = 50 dBW = 80 dBm = 100,000 watts
- 0 dBm = 1 milliwatt



Prefixes for Large and Small Units

Summary of Units

Number N	$\times 10^y$	Prefix
1,000,000,000,000	$\times 10^{12}$	Tera
1,000,000,000	$\times 10^9$	Giga-
1,000,000	$\times 10^6$	Mega-
1,000	$\times 10^3$	Kilo-
100	$\times 10^2$	hecto-
10	$\times 10^1$	deca-
1	$\times 10^0$	
0.1	$\times 10^{-1}$	deci-
0.01	$\times 10^{-2}$	centi-
0.001	$\times 10^{-3}$	milli-
0.000001	$\times 10^{-6}$	micro-
0.000000001	$\times 10^{-9}$	nano-
0.0000000000001	$\times 10^{-12}$	pico-
0.0000000000000001	$\times 10^{-15}$	femto-

Large and small quantities pop up all over telecommunications and the world in general.

We like to work in units we can easily handle, both in math and in concept. So, when large or small numbers arise, we often use prefixes to scale them into something more comfortable:

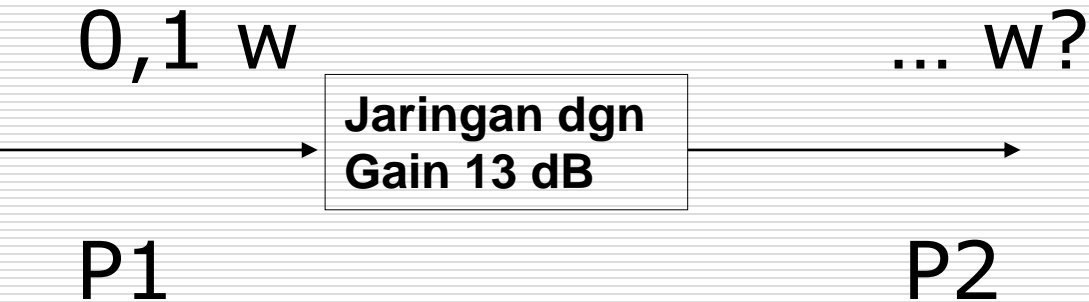
- Kilometers
- Megahertz
- Milliwatts
- etc....

Secara umum :

Daya (dB) = $10 \log \frac{P2}{P1}$ → daya yg lebih besar
P1 → daya yg lebih kecil

dB (Tegangan) = $20 \log \frac{E2}{E1}$ → Teg lebih tinggi
E1 → Teg lebih rendah

PR :



dBm

Adalah level daya dikaitkan dgn 1 mW

Dimana $0 \text{ dBm} = 1 \text{ mW}$

$$\text{Persamaan dBm} = 10 \log \frac{\text{daya (mW)}}{1\text{mW}}$$

Contoh:

penguat punya keluaran = 20 w, berapa dalam dBm?

Jaringan dengan input=0,0004w, berapa dalam dBm?

dBW

Direferensikan terhadap 1 W,
adalah satuan dB Absolut.

Banyak dipakai dalam MIKROWAVE

Dimana : + 30 dBm = 0 dBW

- 30 dBW = 0 dBm



Konversi dB_m , dB_w

Jika $p_1 = 1$ watt maka

$$P_1 = 10 \log 1 \text{ watt} / 1 \text{ watt} = 0 \text{ dBw or}$$

$$P_1 = 10 \log 1 \text{ watt} / 1 \text{ mw} = 30 \text{ dBm}$$

$$0 \text{ dBw} = 30 \text{ dBm}$$

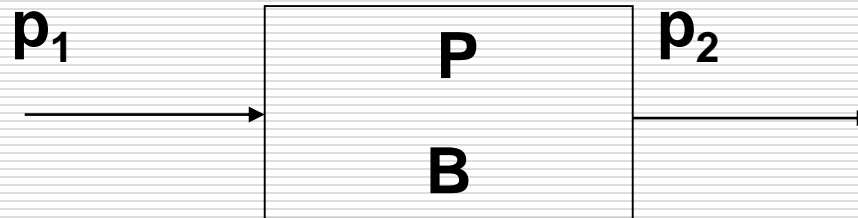
$$10 \text{ dBw} = \quad \quad \quad \text{dbm}$$

$$10 \text{ dBw} = \quad 40 \quad \text{dbm}$$

$$20 \text{ dBm} = \quad \quad \quad \text{dBw}$$

$$20 \text{ dBm} = - 10 \quad \text{dBw}$$

dBm , dBW dll.



if
$$G = 10 \log \frac{p_2}{p_1} \quad \text{dB}$$
$$P_1 = 10 \log \frac{p_1}{1 \text{ mw}} \quad \text{dB}_m \quad \text{OR}$$
$$= 10 \log \frac{p_1}{1 \text{ w}} \quad \text{dB}_w$$

w or m after dB is written as an index to mark that the ratio is to mwatt or wat.

dBm, dBW dan dB is dimensionless

dBmV

Adalah suatu level tegangan dapat dinyatakan dalam dB diatas atau dibawah 1 mV pada 75 ohm dikatakan bahwa level dalam dBmV.

$$\text{Level teg (dBmV)} = 20 \log \frac{\text{teg (mV)}}{1 \text{ mV}}$$

Bila tegangan diukur pada level input 75 ohm,
 $\text{dBmV} = 20 \log (\text{teg dalam mV pada 75 ohm})$

Niper (Np)

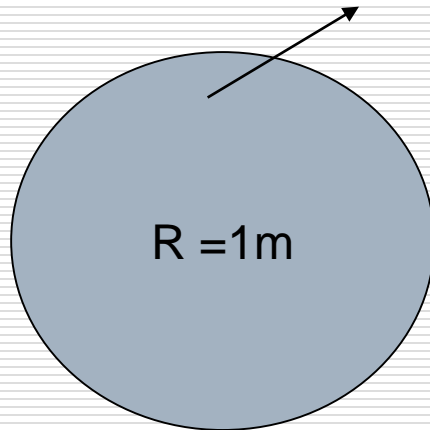
Dipakai dinegara-negara Eropa Utara sebagai alternative dB.

$$1 \text{ Np} = 8,686 \text{ dB} ; 1 \text{ dB} = 0,1151 \text{ Np}$$

$$\text{Np} = \frac{1}{2} \ln \frac{P2}{P1} \longrightarrow \text{Higher}$$
$$\text{Np} = \frac{1}{2} \ln \frac{P1}{P2} \longrightarrow \text{Lower}$$

dBi

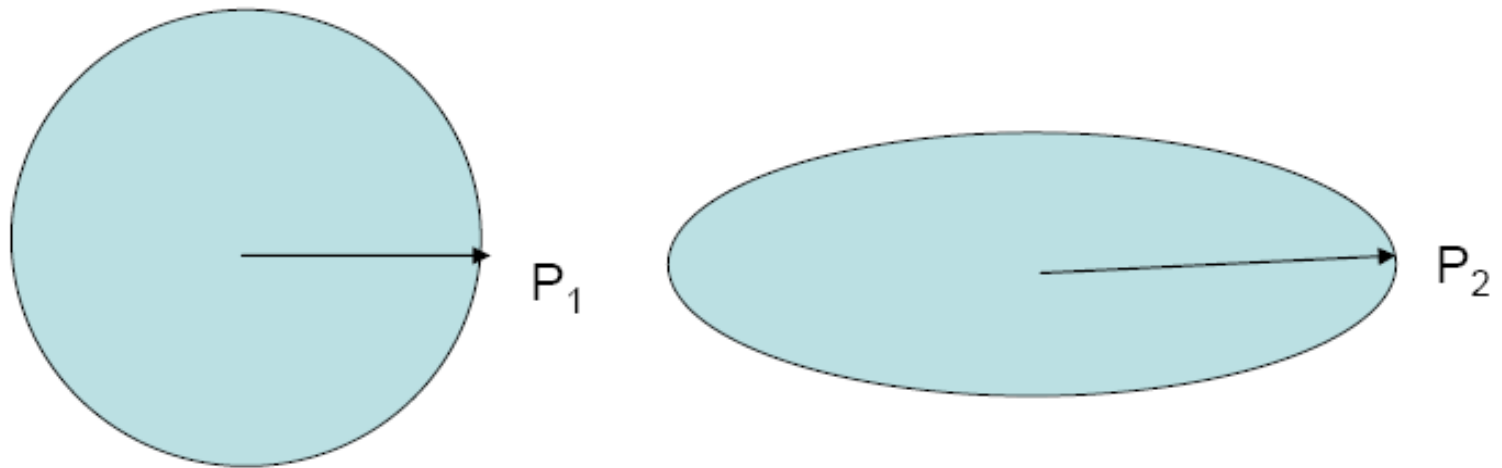
Adalah satuan penguat pada Antena Isotropic.



Sumber ada di pusat bola

dBi

Adalah satuan penguatan suatu Antena relatif thd antena Isotropic.



Pola radiasi antena isotropic

Sumber ada di pusat bola

Pola radiasi antena non isotropic

$$G = 10 \log \frac{P_2}{P_1} \quad \text{dBi}$$

Menghitung dB tanpa kalkulator

Num	1	1,6	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10
dB	0	2	3	4	5	6	7	8	8,5	9	9,5	10
					(4,77)			(7,77)			9,54	

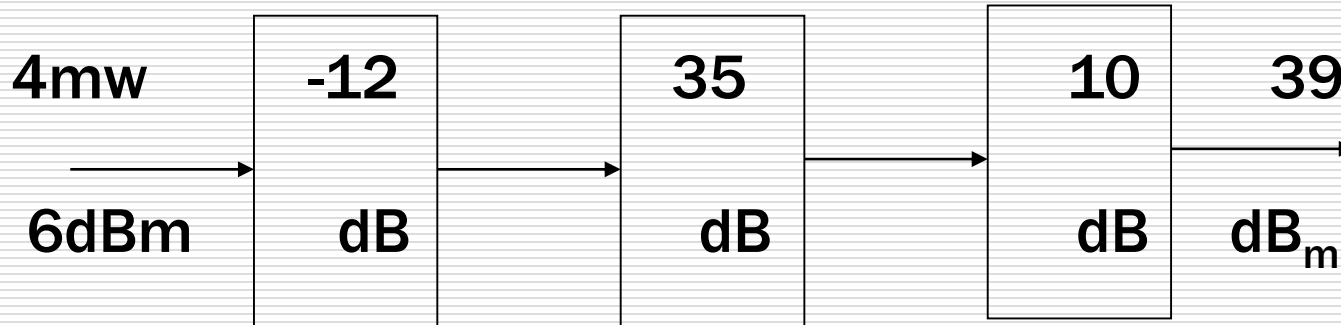
Num 10.000 → 40 dB 36 = 6 x 6 atau 9 x 4
 num 37 = dB num 72 = 18,54 dB
 num 37 = 15,6 dB num 73 = 18,62 dB

What is the numerik of

$47 \text{ dB} = \dots \times \dots - 53 \text{ dB} = \dots \times \dots$
 $40 + 7 \rightarrow 5 \cdot 10^4 \times \dots - 60 + 7 \rightarrow 5 \cdot 10^{-6} \times \dots$

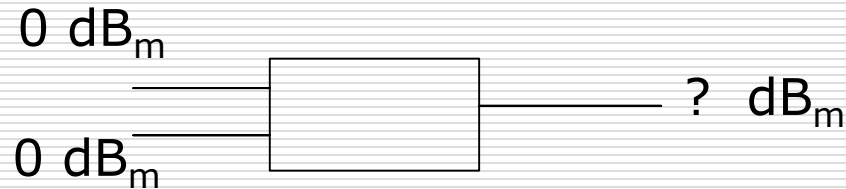
$P_{\text{ower}} D_{\text{ensity}} = -100 \text{ dB}_{\text{w/Hz}}$ or $pd = 10^{-10} \text{ w/Hz}$
 if bandwidth = 10000 Hz What is the power?

ans : $P = -100 \text{ dB}_{\text{w/Hz}} + 40 \text{ dB}_{\text{Hz}} = -60 \text{ dB}_w$

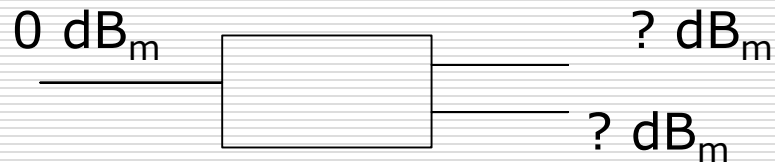


**If the voltage at 1 = E1
and voltage at 2 = E2**

**$G = 10 \log (E2/E1)^2$
Because E is a voltage**



ans: 3 dBm because $0 \text{ dbm} = 1 \text{ mw}$



Thowput is - 3 dBm each

$0 \text{ dbm} + 0 \text{ dBm} = 3 \text{ dBm} + 3 \text{ db}$

$20 \text{ dBm} + 20 \text{ dBm} = 23 \text{ dBm} +$

$6 \text{ dbm} + 6 \text{ dBm} = 6 \text{ dBm} + 3 \text{ dB} + 3 \text{ dB}$

$23 \text{ dBm} + 23 \text{ dBm} = 23 \text{ dbm} +$

Satuan Sinyal

□ Tegangan dan desibel

$$* \text{ dB} = 20 \text{ Log } V_1/V_0$$

□ Arus dan desibel

$$* \text{ dB} = 20 \text{ Log } I_1/I_0$$

□ Suatu sinyal mengalami redaman dari 5V menjadi 0.1 V

□ Redaman dalam dB:

$$20 \text{ log } (0.1/5) = - 34 \text{ dB}$$

- **Gangguan (Noise)**
 - **Semua sinyal yang tidak diinginkan atau yang mengganggu dan harus diatasi**
 - **Desibel (dB)**
 - **Suatu skala logaritmik**
 - **$\text{dB} = 10 \log P_1/P_0$**
 - **Nilai dB untuk sinyal 10 W terhadap 0.5 W adalah**
 $10 \log (100/0.5) = 26 \text{ dB}$
 - **Suatu sinyal dayanya dikuatkan sebesar 1000 kali.**
Gain dalam dB adalah $10 \log (1000/1) = 30 \text{ dB}$
-

□ Nilai referensi untuk dB

■ dBm

□ Referensi terhadap 1 mW

□ Referensi 0-dB adalah 1 mW

■ dBW

□ Referensi terhadap 1 W

□ Referensi 0-dB adalah 1 W

□ $\text{dBm} = -30 \text{ dBW}$, $\text{dBW} = 30 \text{ dBm}$

□ $\text{dBV} =$ Referensi terhadap 1 V

□ $\text{dBmV} =$ Referensi terhadap 1 mV



Noise (derau)

- Sinyal tambahan yang masuk di antara *transmitter* dan *receiver*.
- Thermal (suhu):
 - ➔ Akibat dari "*thermal agitation*" dari elektron.
 - ➔ Tersebar secara uniform.
- *Intermodulation* → Sinyal yang merupakan penjumlahan dan pengurangan dari frekuensi aslinya yang menggunakan media bersama.
- *Crosstalk* → Suatu sinyal dari satu jalur yang diambil oleh jalur lain.
- *Impulse* → Pulsa yang tidak beraturan atau spike (lonjakan).
Contoh: Interferensi elektromagnetik eksternal.

Noise / S/N (kwalitas)

Noise (*derau*) adalah sinyal yang tidak diinginkan.

Biasanya noise datang dari luar dalam bentuk gangguan atas pembicaraan.

Contoh yang paling jelas : ketika penerima radio FM tidak sedang terisi oleh orang yang bicara yang terdengar adalah suara mendesis (*derau*).

Jelas *derau* ini akan mengganggu kualitas penerimaan.

Sebab itu kualitas penerimaan dinyatakan dengan term S/N (level signal terhadap level Noise).

Semakin besar S/N semakin baik kualitas penerimaannya.



Signal to Noise Ratio

- Suatu nilai perbandingan antara sinyal dengan noise pada suatu lebar pita tertentu.

$S/N \text{ (dB)} = \text{Level daya sinyal (dBm)} - \text{Level daya noise (dBm)}$

$$S/N = 10 \log \frac{P_S}{P_N} = 20 \log \frac{V_S}{V_N} = 20 \log \frac{I_S}{I_N}$$

- Semakin tinggi nilai S/N, maka semakin baik kualitas komunikasinya.
- Terdapat beberapa ukuran batas minimal nilai S/N:
 - Sinyal suara : 30 dB
 - Sinyal video : 45 dB
 - Sinyal data : 15 dB