

Kuliah 7 Pengantar Teknik Telekomunikasi Indeks Kinerja Pada Jaringan Telekomunikasi

February 23, 2020

Tujuan perkuliahan

1. Mahasiswa memahami Indeks Kinerja pada Jaringan Telekomunikasi dan Jaringan Akses.

Disclaimer: Ilustrasi jaringan telepon yang dibuat di slide ini hanya sekedar ilustrasi. Tidak terkait dengan jaringan telepon yang di Kota Bandung dan sekitarnya yang riil. Ilustrasi dibuat hanya untuk menambah kejelasan konsep yang dibahas.

Indeks Kinerja Jaringan Akses

Pada slide sebelumnya jaringan akses dan jaringan inti secara umum. Pada bagian ini kita akan membahas tentang:

- Indeks Kinerja Jaringan Akses
- Indeks Kinerja Jaringan Inti

Pendahuluan: Analogi

1. Analogi: Ketika kita ingin bepergian jarak jauh (Misal dari Jakarta ke Tokyo) menggunakan maskapai Garuda Indonesia, maka, kita mula-mula berangkat dari Bandara Sukarno-Hatta Cengkareng ke Bandara I Gusti Ngurah Rai Bali, selanjutnya dari Bandara I Gusti Ngurah Rai Bali ke Bandara Narita, di Tokyo.
2. Namun jika kita tinggal di Bandung, kita memerlukan cara untuk mencapai Bandara Sukarno-Hatta di Cengkareng, Tangerang.
3. Kita bisa menggunakan Travel, Kereta Api, Kendaraan Pribadi dll.
4. Cara untuk mencapai Sukarno Hatta (menggunakan travel, dll) kita analogikan dengan Jaringan Akses
5. Dan jaringan Pesawat Jakarta-Bali-Tokyo, kita analogikan dengan **jaringan Inti**.

Pengantar tentang Kinerja

Kinerja adalah unjuk kerja suatu sistem atau personal. Indeks kinerja atau parameter kinerja adalah ukuran kuantitatif yang menyatakan tingkat kinerja.

1. **Contoh:** Indeks kinerja jalan tol yang baik misalnya adalah tingkat kerataan aspalnya, lebar jalannya, serta jumlah rambu pada setiap meternya.
2. Tingkat kerataan aspal misalnya diberi skala 0 sampai 10 (dari kurang baik ke sangat baik), lebar jalan misalnya diberi skala 5 sampai 10 untuk menyatakan lebar jalan cukup sampai luas/lega.
3. Hal yang sama perlu diterapkan untuk menilai kinerja jaringan akses dan jaringan inti.

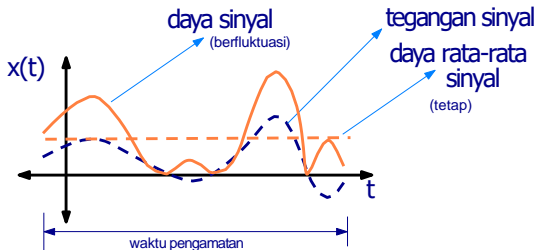
Kinerja Pada Jaringan Akses

Jaringan akses adalah jaringan dari terminal *user* menuju ke jaringan inti atau dari jaringan inti ke terminal *user*.

1. Kinerja jaringan akses lebih banyak ditentukan oleh kualitas sinyal yang melewati jaringan tersebut
2. Kualitas sinyal yang sampai di jaringan inti akan tergantung pada: Kualitas sinyal kirim, dan kualitas komponen pada jaringan akses
3. Kualitas sinyal kirim antara lain tergantung dengan kekuatan dari sinyal kirim.
4. Ukuran standar untuk kekuatan sinyal adalah dBw atau dBmW (singkatnya dBm)
5. Ukuran standar dari komponen pada jaringan akses ditentukan oleh redaman dan derau yang diberikan oleh jaringan.

Daya sinyal

1. Kekuatan sinyal yang dikirim biasanya dinyatakan dengan **tegangan** atau **voltase** (V).
2. sinyal kuat diindikasikan dengan amplituda voltase yang tinggi



3. **Daya sinyal** (P) menyatakan **energi** sinyal per **satuan waktu**
4. Daya sinyal **sebanding** dengan kuadrat tegangan:

$$P \equiv V^2$$

5. Jika tegangan dapat **positif** atau **nol** atau **negatif**, maka daya sinyal hanya bernilai **positif** atau **nol**.

Daya sinyal

1. Jika tegangan rata-rata adalah 1 volt, maka daya rata-rata adalah $P = V^2/R = 1^2/R = 1/R^2$. Jika dinormalisasi $R = 1 \text{ Ohm}$, maka $P = 1 \text{ Watt}$.
2. Pada umumnya daya dinormalisasi pada $R = 1 \text{ Ohm}$
3. Sehingga : $P = V^2$.
4. Daya dapat dilaporkan dalam **satuan biasa** atau **dBW**¹

$$P(\text{dBW}) = 10 \log \frac{P(\text{Watt})}{1 \text{ Watt}}$$

5. **Contoh** : Tegangan kirim = **10 volt**.
Daya = $V^2 = 10^2 = 100 \text{ Watt}$ (satuan biasa)
 $= 10 \log \frac{100 \text{ Watt}}{1 \text{ Watt}} \text{ dBW} = 10 \times 2 = \mathbf{20 \text{ dBW}}$.
6. **100 Watt = 20 dBW**

¹singkatan dari Desibel Watt.

Daya sinyal - Konversi

Konversi **Watt** ke **dBW**

$$P(\text{dBW}) = 10 \log P(\text{Watt})$$

Konversi **dBW** ke **Watt**

$$P(\text{Watt}) = 10^{\frac{P(\text{dBW})}{10}}$$

Daya sinyal

Latihan: Konversi daya dalam **Watt** berikut ke **dBW**

1. **1 Watt** = *dBW*
2. **2 Watt** = *dBW*
3. **3 Watt** = *dBW*
4. **4 Watt** = *dBW*
5. **5 Watt** = *dBW*
6. **7 Watt** = *dBW*
7. **10 Watt** = *dBW*
8. **20 Watt** = *dBW*
9. **100 Watt** = *dBW*
10. **1000 Watt** = *dBW*
11. **0,1 Watt** = *dBW*
12. **0,01 Watt** = *dBW*
13. **0,001 Watt** = *dBW*

Daya sinyal

Latihan: Konversi daya dalam **dBW** berikut ke **Watt**

1. $0 \text{ dBW} = \dots\dots\dots \text{Watt}$
2. $3 \text{ dBW} = \dots\dots\dots \text{Watt}$
3. $7 \text{ dBW} = \dots\dots\dots \text{Watt}$
4. $10 \text{ dBW} = \dots\dots\dots \text{Watt}$
5. $13 \text{ dBW} = \dots\dots\dots \text{Watt}$
6. $20 \text{ dBW} = \dots\dots\dots \text{Watt}$
7. $-3 \text{ dBW} = \dots\dots\dots \text{Watt}$
8. $-10 \text{ dBW} = \dots\dots\dots \text{Watt}$

miliwatt dan dBm

1. Dalam telekomunikasi, daya **1 Watt** kadang terlalu besar.
2. Karena itu, sering dipakai juga satuan **miliWatt**
3. **1 Watt = 1.000 miliWatt**
4. Didefinisikan **dBm** yaitu sebagai:²

$$P(\text{dBm}) = 10 \log \frac{P(\text{Watt})}{1 \text{ miliWatt}} = 10 \log P(\text{miliWatt})$$

5. **Contoh** : Ubah satuan $P = 1 \text{ Watt}$ dalam **dBm**.
6. **Jawab** : $P = 1 \text{ Watt} = 1000 \text{ miliWatt}$.
Dengan demikian:

$$P(\text{dBm}) = 10 \log P(\text{miliWatt}) = 10 \log 1000 = 10 \times 3 = 30 \text{ dBm}$$

7. Dengan demikian: **1 Watt = 0 dBW = 30 dBm**

²dBm = desibel-miliWatt

miliwatt dan dBm

1. Hubungan antara **dBW** dan **dBm**:

$$x \text{ dBW} = (x + 30) \text{ dBm}$$

2. **Contoh:** Ubah 3 *dBW* ke **dBm**.

Jawab:

$$3 \text{ dBW} = (3 + 30) \text{ dBm} = 33 \text{ dBm}$$

3. **Contoh:** Berapa **dBm**-kah **0,5 Watt** itu?

Jawab: Cara I: melalui **miliWatt**

$$0,5 \text{ Watt} = 500 \text{ miliWatt} \rightarrow P(\text{dBm}) =$$

$$10 \log P (\text{miliWatt}) = 10 \log 500 = 10 \times 2,7 = 27 \text{ dBm}$$

Cara II: melalui **dBW**.

$$0,5 \text{ Watt} = 10 \log 0,5 \text{ dBW} = 10 \times (-0,3) = -3 \text{ dBW}$$

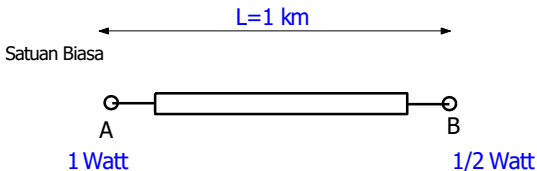
$$\text{Selanjutnya: } -3 \text{ dBW} = (-3 + 30) \text{ dBm} = 27 \text{ dBm}$$

Latihan: Watt, miliWatt, dBW, dan dBm

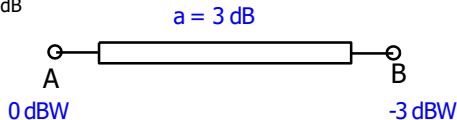
1. $3 \text{ dBW} = \dots\dots\dots \text{Watt}$
2. $-3 \text{ dBW} = \dots\dots\dots \text{Watt}$
3. $13 \text{ dBW} = \dots\dots\dots \text{Watt}$
4. $5 \text{ dBW} = \dots\dots\dots \text{dBm}$
5. $-10 \text{ dBW} = \dots\dots\dots \text{dBm}$
6. $4 \text{ dBW} = \dots\dots\dots \text{dBm}$
7. $1 \text{ Watt} = \dots\dots\dots \text{dBW}$
8. $3 \text{ Watt} = \dots\dots\dots \text{dBW}$
9. $0,1 \text{ Watt} = \dots\dots\dots \text{dBW}$
10. $1 \text{ Watt} = \dots\dots\dots \text{dBm}$
11. $3 \text{ Watt} = \dots\dots\dots \text{dBm}$
12. $0,1 \text{ Watt} = \dots\dots\dots \text{dBm}$

Redaman dan Penguatan

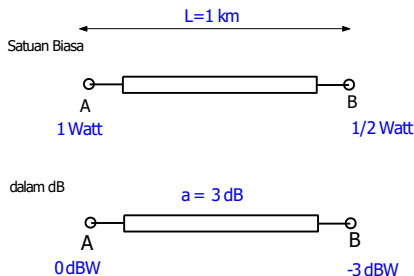
1. Jika sinyal melewati suatu saluran transmisi, maka pada umumnya daya sinyal akan menurun sebanding dengan jarak tempuh yang dilalui sinyal
2. Penurunan daya ini antara lain akibat sebagian energi berubah menjadi panas (rugi-rugi).
3. Perhatikan ilustrasi berikut (anggap panjang media transmisi 1 km):



dalam dB

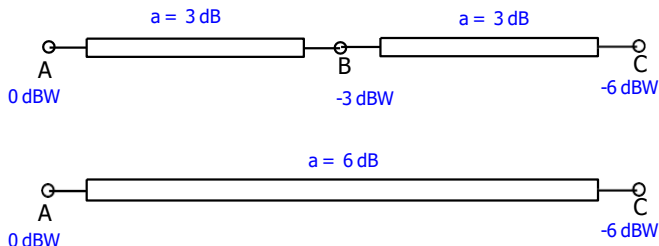


Redaman dan Penguatan



1. **Dalam satuan biasa:** sinyal kirim di A memiliki daya **1 Watt**, setelah sampai di **B**, hanya tinggal **1/2 Watt**. Dengan demikian, media transmisi memiliki **redaman 2 kali**.
2. **dalam dB:** ³ Sinyal Kirim di **A = 0 dBW**. Sinyal terima di **B = -3 dBW**. Karena itu Redaman $a = 0 \text{ dBW} - (-3 \text{ dBW}) = 3 \text{ dB}$ (perhatikan bahwa satuan W hilang!)
3. Dengan **redaman $a = 3 \text{ dB / km}$** , berapa **dBW** sinyal **terima** jika sinyal kirim **5 dBW**?

Redaman dan Penguatan

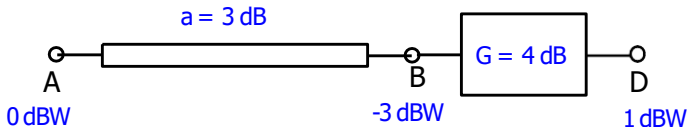


1. Kemudahan konsep **dB** adalah, jika ada dua saluran yang diserialkan, maka **redaman total** cukup **ditambahkan**.
2. Pada contoh di atas, redaman dari **A ke B** = **3 dB**, dari B ke C = **3 dB**, dengan demikian redaman dari A ke C = **(3+3) dB** = **6 dB**.
3. Jika sinyal kirim di **A** adalah **0 dBW**, maka sinyal terima di **C** adalah **-6 dBW**.
4. Jika sinyal kirim di **A** memiliki daya **40 dBm**, berapa daya terima di **C** dalam **dBm**?

Redaman dan Penguatan

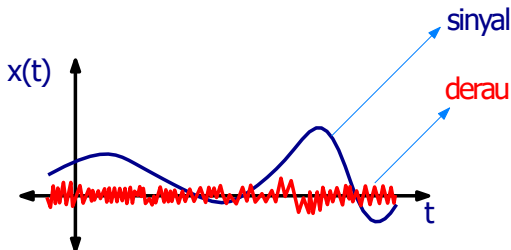
Redaman dapat dikompensasi dengan penguatan (**Gain**).

1. Pada praktiknya, perangkat penguatan adalah rangkaian elektrik atau optik yang berfungsi memperkuat sinyal.
2. Penguatan atau **Gain** dalam Telekomunikasi dinyatakan dalam **dB**.
3. Jika daya sinyal masuk ke penguat adalah **3 dBW**, dan Gain penguat adalah **6 dB**, maka sinyal keluar memiliki daya $3 \text{ dBW} + 6 \text{ dB} = 9 \text{ dBW}$.
4. Perhatikan kombinasi **redaman** dan **penguat** berikut:



Derau dan Signal to Noise Ratio (SNR)

1. Problem pada Jaringan Akses **tidak hanya** redaman, namun juga adalah **derau (noise)**.
2. Kebanyakan derau telekomunikasi berasal dari **Temperatur Perangkat**.
3. Pada suatu titik di perangkat telekomunikasi, dapat kita ukur **daya derau** dengan **mematikan semua sinyal input** dan mengukur daya yang tersisa.
4. Gambar berikut memberi ilustrasi sinyal dan derau



5. Daya sinyal dibandingkan dengan daya derau disebut **SNR**

Derau dan Signal to Noise Ratio (SNR)

1. **Contoh:** Jika sinyal pada suatu titik memiliki daya sinyal rata-rata $P_S = 1$ watt, dan derau memiliki daya rata-rata $P_N = 1/2$ watt, maka

$$SNR = \frac{P_S}{P_N} = \frac{1}{1/2} = 2$$

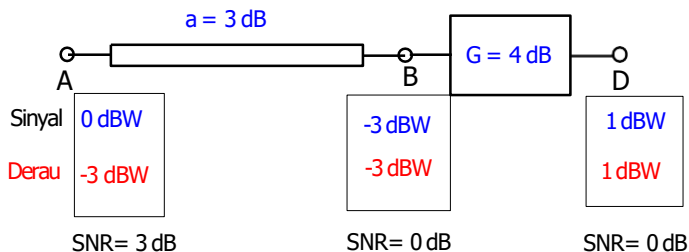
2. dalam dB:

$$SNR(dB) = 10 \log \frac{P_S}{P_N} = 10 \log \frac{1}{1/2} = 10 \log 2 = 10 \times 0,3 = \mathbf{3 \text{ dB}}$$

3. SNR **0 dB** menunjukkan daya sinyal adalah sama dengan daya derau
4. SNR **3 dB** menunjukkan daya sinyal **dua kali** lebih kuat dibanding daya derau
5. SNR **-3 dB** menunjukkan bahwa daya sinyal **setengah kali** daya derau
6. SNR **10 dB** menunjukkan bahwa
7. SNR **-10 dB** menunjukkan bahwa

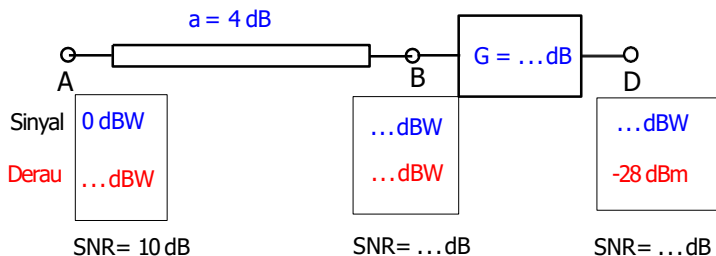
Derau dan Signal to Noise Ratio (SNR)

1. **Problem** dengan derau adalah, jika melalui media transmisi, **signal akan teredam** namun **derau tidak**
2. Berikutnya adalah, jika melalui penguat, **signal akan diperkuat**, **demikian juga derau**.
3. Perhatikan ilustrasi berikut:



Latihan

1. Diberikan ilustrasi pada gambar berikut:



2. **Lengkapi** nilai titik-titik pada gambar tersebut!

Kinerja Jaringan Inti

1. Kualitas jaringan inti, antara lain diukur dengan parameter: **GoS**, **QoS**, **Delay**, **Jitter**, dan **Throughput**
2. **Grade of Service** (GoS) adalah perbandingan antara panggilan yang ditolak (karena jaringan sibuk) dibagi dengan total semua panggilan yang masuk.
3. **GoS** biasanya dipakai pada jaringan **Telefon klasik**.
4. **Contoh**: Jika terdapat 1000 panggilan pada jam sibuk, 30 di antaranya ditolak dan lainnya dilayani, maka GoS adalah $\frac{30}{1000} = 0,03$ atau 3%
5. Semakin tinggi **GoS**, semakin **rendah kualitas jaringan**.

Kinerja Jaringan Inti

1. **Quality of Service** (QoS) biasanya diberikan pada **jaringan data**.
2. Ada beberapa definisi dari **QoS** pada jaringan data: **Definisi 1** : QoS menyatakan presentase **packet loss** (paket yang hilang dalam perjalanan). **Definisi 2** : QoS menyatakan probabilitas panggilan baru ditolak.
3. **Contoh 1:** Jika 1000 paket data melintasi suatu jaringan, dan 10 paket diantaranya hilang, berapa nilai QoS jaringan?
4. **Jawab:** menggunakan definisi 1, maka: $QoS = \frac{10}{1000} = 0,01$ atau 1%
5. **Contoh 2:** 10 panggilan masuk pada suatu Jaringan dari 100 panggilan masuk pada jam sibuk. Tentukan QoS jaringan.
6. **Jawab:** dengan menggunakan definisi 2: $QoS = \frac{10}{100} = 0,1$ atau 10%
7. Kualitas Jaringan akan semakin rendah jika QoS nya semakin bertambah.

Delay dan Jitter

1. **Delay** adalah waktu yang diperlukan untuk sampai dari pengirim ke penerima.
2. Pada komunikasi **real time** (seperti telepon), ITU mensyaratkan *delay time* tidak lebih dari **150 milidetik** (VoIP).
3. Untuk komunikasi tak real time (seperti unduh dan unggah) file, batasan *delay* lebih longgar.
4. Delay dari titik pangkal jaringan ke titik akhirnya sering disebut juga dengan **Latency** jaringan
5. Delay dari terminal sumber ke terminal tujuan disebut juga dengan **end to end delay**.

Delay dan Jitter

1. **Jitter** adalah adalah **variasi** waktu delay dari pengiriman data.
2. **Contoh:** misal dikirim 2 paket data. Paket 1 sampai ke penerima setelah **300 ms**. Paket 2 sampai ke penerima setelah **320 ms**. Dengan demikian **Jitter** jaringan adalah **20 ms**.
3. Jika dikirim banyak data, maka **jitter** dihitung sebagai **delay terlama - delay tercepat**.
4. Jaringan dengan **Jitter 0 detik**, berarti semua paket di-*delay* dalam waktu yang sama.
5. Pada komunikasi **real time**, maka **jitter** diharapkan sekecil mungkin.
6. Pada komunikasi **tak real time**, jitter jaringan tidak terlalu berpengaruh terhadap kinerja.

Throughput

1. *Throughput* adalah **kecepatan aktual** transmisi data pada jaringan.
2. ***Throughput*** berbeda dengan kapasitas maksimal jaringan
3. Misal jika dikatakan **kapasitas** jaringan adalah 10 Mbps (10 juta bit per detik), maka mungkin pada pagi hari jaringan tersebut hanya efektif menyalurkan informasi sebesar 100 kbps (100 ribu bit per detik). Sore hari mungkin 200 kbps, dan tengah malam 1 Mbps.
4. Pada contoh di atas dikatakan bahwa **throughput** jaringan pagi hari adalah **100 kbps**, sore **200 kbps** dan tengah malam **1 Mbps**.