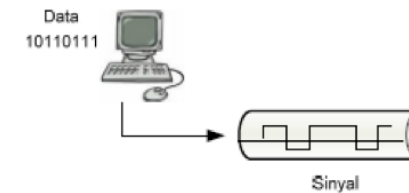


PROJECT **KOMUNIKASI DATA**
 SUSMINI INDRIANI LESTARININGATI, M.T

DATE **GENAP 2013/2014** MATERI **2. DATA DAN SINYAL**

Data dan Sinyal

- Data yang akan ditransmisikan kedalam media transmisi harus ditransformasikan terlebih dahulu kedalam bentuk gelombang elektromagnetik.
- Bit 1 dan 0 akan diwakili oleh tegangan listrik dengan nilai amplitudo yang berbeda. Sebagai contoh bit 1 diwakili oleh tegangan 5 Volt dan bit 0 diwakili oleh tegangan -5 Volt. Artinya adalah 1 dan 0 merupakan bentuk dari representasi data, sedangkan tegangan listrik yang melewati media transmisi adalah sinyal.

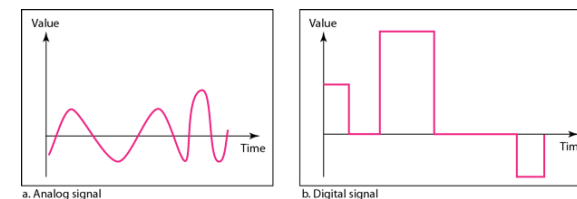


Data : Analog dan Digital

- Berdasarkan bentuknya data dan sinyal dapat berupa **analog** dan **digital**.
- Data analog mengacu pada informasi yang memiliki nilai *kontinyu*, sedangkan data digital memiliki nilai *diskrit*.
- Contoh:
 - **Data Analog:** suara yang dikeluarkan saat manusia berbicara, bernilai kontinyu. Ketika manusia berbicara gelombang analog dibuat di udara. Gelombang analog tersebut dapat ditangkap menggunakan mikrofon dan dapat diubah menjadi sinyal analog atau diambil sampelnya dan diubah menjadi sinyal digital.
 - **Data Digital:** Data yang disimpan didalam memori komputer dalam bentuk besaran 0 dan 1. Data tersebut dapat diubah menjadi sinyal digital atau dimodulasi menjadi sinyal analog untuk ditransmisikan melalui media transmisi.

Sinyal : Analog dan Digital

- Sama halnya seperti data, sinyal juga dapat berupa analog dan digital.
 - Sinyal analog memiliki level intensitas yang lebih banyak terhadap perioda waktu. Sebagaimana gelombang berpindah dari nilai A ke nilai B, akan menempati nilai yang tak hingga sepanjang jalurnya.
 - Sinyal digital hanya memiliki angka yang terbatas dengan nilai yang ditentukan. Sebagai ilustrasi perbedaan antara sinyal analog dan digital dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Sinyal Periodik dan Sinyal Non Periodik

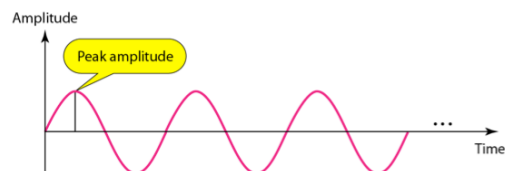
- Berdasarkan siklus perulangan gelombangnya, sinyal analog dan digital dapat dibedakan kedalam dua bentuk, yaitu sinyal periodik dan sinyal non periodik.
 - **Sinyal Periodik** adalah sinyal yang mengalami pengulangan bentuk yang sama pada selang waktu tertentu.
 - **Sinyal non periodik** perubahannya tanpa menunjukkan suatu pola atau siklus yang berulang dari waktu ke waktu.
- Didalam komunikasi data seringkali yang digunakan adalah sinyal analog periodik dikarenakan sinyal semacam itu memiliki bandwidth yang kecil. Sedangkan untuk sinyal digital seringkali yang digunakan adalah sinyal non-periodik karena dengan menggunakan sinyal tersebut akan dapat merepresentasikan/mewakili data dalam jumlah variasi yang lebih banyak.

SINYAL ANALOG

SIMPLE DAN KOMPOSIT
PERIODIK DAN NON PERIODIK

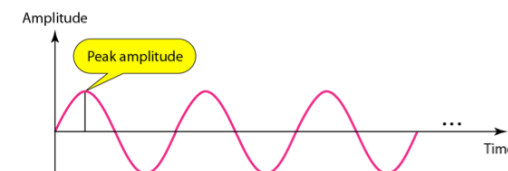
Sinyal Analog Periodik

- Sinyal analog periodik dapat diklasifikasikan kedalam **simple** atau **komposit**.
 - Sinyal simple atau sederhana adalah sinyal yang tidak dapat diuraikan kedalam bentuk yang lebih sederhana lagi.
 - Sinyal komposit adalah sinyal yang merupakan gabungan dari beberapa sinyal simple.
- Bentuk sinyal analog sederhana (simple) dapat digambarkan kedalam gelombang sinus.



Gelombang Sinus

Sinyal Simple



Sebuah gelombang sinus dapat diwakili oleh tiga parameter:

- Puncak amplituda,
- Periode dan Frekuensi
- Fasa

a) Puncak Amplituda

Adalah nilai pasti dari intensitas tertinggi, proporsional dengan energi yang dibawanya. Untuk sinyal listrik, puncak amplituda biasanya diukur dalam satuan Volts.

b) Periode dan Frekuensi

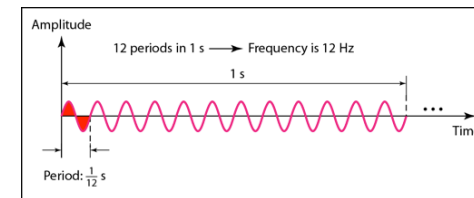
Periode mengacu pada jumlah waktu dalam detik dimana sebuah sinyal harus menyelesaikan satu siklus. Sedangkan frekuensi adalah jumlah periode dalam 1 detik.

- Frekuensi dan periode saling berbanding terbalik. Karena itu keduanya dapat dinyatakan dalam bentuk rumusan matematika sebagai berikut:

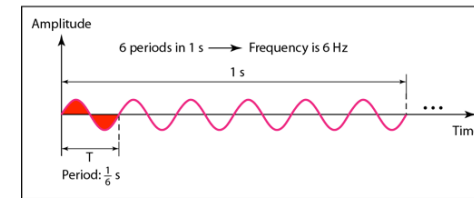
$$f = \frac{1}{T} \quad \text{and} \quad T = \frac{1}{f}$$

- f adalah frekuensi dalam satuan Hertz (Hz) atau siklus/detik dan T adalah periode dalam satuan detik (s).

Dua Sinyal Sinus dengan Nilai Frekuensi Berbeda (Amplitudo dan Fasa Sama)



a. A signal with a frequency of 12 Hz



b. A signal with a frequency of 6 Hz

Periode vs Frekuensi

Tabel 1-1 Unit Periode dengan Frekuensi

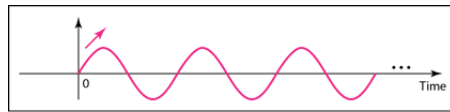
Unit	Equivalent	Unit	Equivalent
Seconds (s)	1 s	Hertz (Hz)	1 Hz
Milliseconds (ms)	10^{-3} s	Kilohertz (kHz)	10^3 Hz
Microseconds (μ s)	10^{-6} s	Megahertz (MHz)	10^6 Hz
Nanoseconds (ns)	10^{-9} s	Gigahertz (GHz)	10^9 Hz
Picoseconds (ps)	10^{-12} s	Terahertz (THz)	10^{12} Hz

c) Fasa

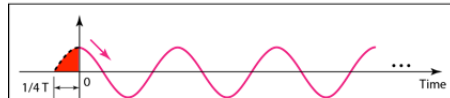
Fasa menggambarkan posisi dari bentuk gelombang relatif terhadap waktu 0. Fasa diukur dalam satuan derajat atau radian. Dimana: $\text{radian} = 180^\circ$. Maka $2 \text{ radian} = 360^\circ$, $90^\circ = \pi/2$ dan seterusnya.

Apabila fasa bernilai positif, maka sinyal bergeser ke kiri relatif terhadap titik 0. Sebaliknya apabila fasa bernilai negatif, maka sinyal bergeser ke kanan relatif terhadap titik 0. Berikut adalah contoh sinyal dengan fasa yang berbeda.

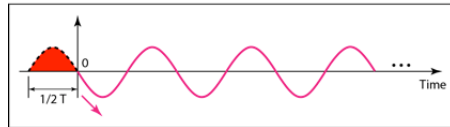
Sinyal dengan Fasa yang Berbeda (Amplitudo dan Frekuensi Sama)



a. 0 degrees



b. 90 degrees



c. 180 degrees

- Gelombang cosinus paling atas tidak mengalami pergeseran fasa karena titik awal gelombang terletak pada $t = 0$.
- Gelombang cosinus kedua mengalami pergeseran fasa sebesar $\frac{1}{4}T$. Berdasarkan penjelasan sebelumnya kita tahu bahwa satu siklus gelombang sinus akan menempuh 2 radian = T . Maka $\frac{1}{4} T = \frac{1}{2}$ radian. Hal berarti bahwa gelombang sinus kedua bergeser dengan fasa $\frac{1}{2}$ radian.
- Sedangkan gelombang sinus ketiga bergeser dengan fasa $\frac{1}{2} T =$ radian.

Persamaan Matematis Sinyal Sinus

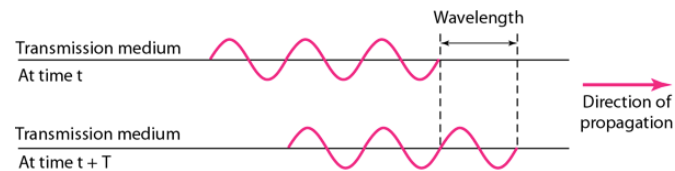
- Secara umum sinyal analog dapat ditulis kedalam sebuah model matematis sebagaimana berikut:

$$S(t) = A \sin(2\pi ft + \varphi)$$

- A merupakan representasi dari amplituda, f adalah frekuensi, t adalah representasi dari waktu dan φ adalah fasa.

Panjang Gelombang/ Wavelength

- Wavelength atau panjang gelombang adalah jarak sebuah sinyal yang dapat melintas dalam satu perioda. Panjang gelombang merupakan karakteristik dari sebuah sinyal yang melewati sebuah media transmisi.



- Panjang gelombang dapat dihitung jika kecepatan rambat dan periodanya diketahui.

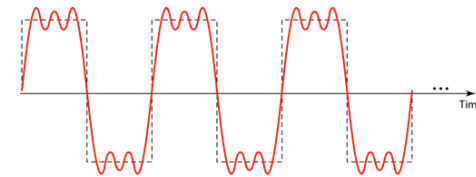
$$\lambda = c \cdot T \quad \text{atau} \quad \lambda = c / f$$

- λ adalah panjang gelombang, c adalah cepat rambat cahaya di udara (3×10^8 m/s), T adalah perioda dan f adalah frekuensi.

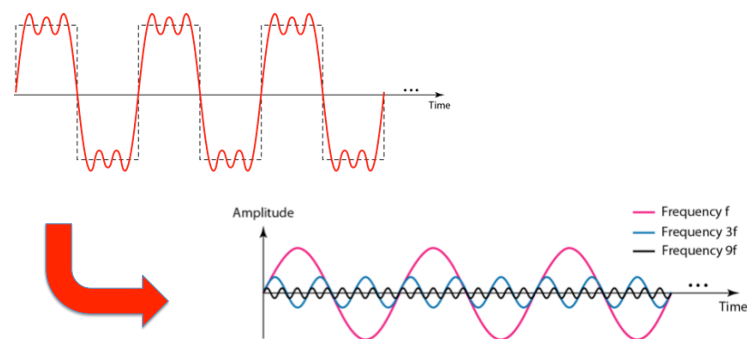
Sinyal Komposit

- Namun dalam keadaan nyata suatu sinyal analog merupakan gabungan dari beberapa gelombang sinus yang disebut dengan sinyal komposit. Dalam komunikasi data sebuah single frequency (simple signal) tidak dapat digunakan,
 - contoh: jika kita menggunakan telepon maka kita hanya akan mendengar suara buzz saja. Oleh karena itulah dibutuhkan sebuah sinyal komposit.
- Dengan teknik yang ditemukan oleh seorang ilmuwan Perancis bernama Jean-Baptiste Fourier sinyal komposit dapat didekomposisi ke dalam beberapa gelombang sinus untuk kepentingan analisis. Teknik ini disebut dengan analisis Fourier.

- Sebuah sinyal komposit dapat berupa sinyal periodik dan non periodik. Sinyal komposit periodik yaitu sinyal komposit yang dapat disusun menjadi serangkaian gelombang sinus dengan frekuensi-frekuensi yang memiliki nilai berupa integer (1, 2, 3, dan seterusnya). Sinyal komposit non-periodik, yaitu sinyal komposit yang dapat disusun menjadi kombinasi nilai yang tak terbatas dari gelombang-gelombang sinus dengan frekuensi-frekuensi yang berlanjut terus, dimana frekuensi-frekuensi tersebut bernilai real.



Sinyal Komposit Periodik



Hasil dekomposisi dari 3 buah sinyal:

$$s_1(t) = \sin(2. \pi. f. t) \dots\dots\dots(1)$$

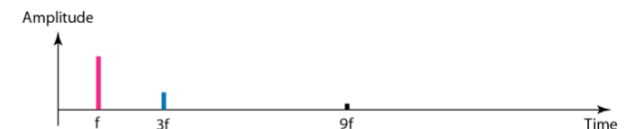
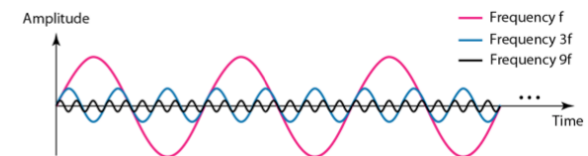
$$s_2(t) = \frac{1}{3} \sin(2. \pi. 3f. t) \dots\dots\dots(2)$$

$$s_3(t) = \frac{1}{10} \sin(2. \pi. 9f. t) \dots\dots\dots(3)$$

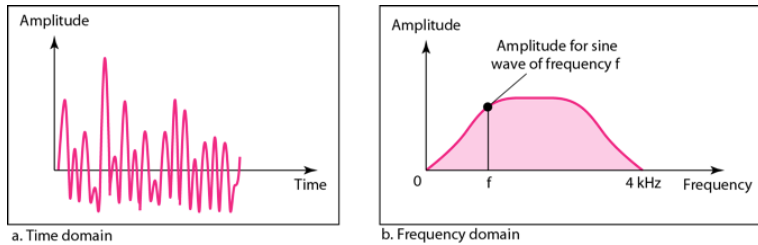
Sinyal pertama pada persamaan (1) disebut harmonic pertama, sinyal kedua pada persamaan (2) disebut harmonic ketiga dan sinyal ketiga dari persamaan (3) disebut harmonic kesembilan.

Sinyal Komposit domain waktu dan domain frekuensi

- Sinyal komposit pada domain frekuensi:



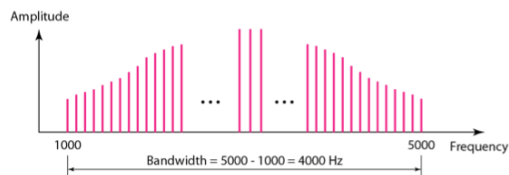
Sinyal Komposit Non Periodik



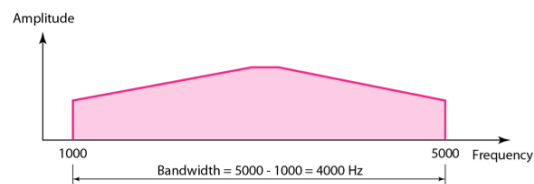
Bandwidth

- Jarak antar frekuensi pada sebuah sinyal komposit disebut Bandwidth. Bandwidth adalah perbedaan antara frekuensi tertinggi dan frekuensi terendah.
 - Contoh: Sebuah sinyal komposit memiliki frekuensi antara 1000 dan 5000, maka bandwidth adalah $5000 - 1000 = 4000$. Pada bandwidth memiliki frekuensi yang semuanya memiliki nilai berupa integer antara 1000 dan 5000 (1000, 1001, 1002, ...). Bandwidth pada sinyal non periodic memiliki jarak dengan nilai yang sama, sementara frekuensi tetap berkesinambungan.

Bandwidth Sinyal Komposit Periodik

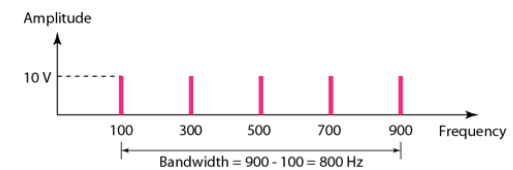


Bandwidth Sinyal Komposit Non Periodik



Contoh Soal (1)

- Jika sebuah sinyal disusun menjadi 5 buah gelombang sinus dengan frekuensi 100, 300, 500, 700, dan 900 Hz. Hitunglah berapakah lebar bandwidthnya? Gambarkan spektrumnya, asumsikan semua komponen mempunyai amplitudo maksimum sebesar 10V!
- Jawab:
 - f_n sebagai frekuensi tertinggi, f_l sebagai frekuensi terendah, dan B sebagai bandwidth.
 - $B = f_n - f_l = 900 - 100 = 800$ Hz
 - Bentuk spektrumnya mempunyai 5 buah spike pada nilai masing-masing 100, 300, 500, 700, dan 900 Hz.
 - Bentuk spektrumnya:



Contoh Soal (2)

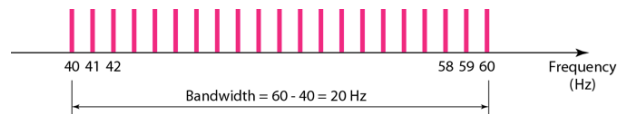
- Sebuah sinyal periodik memiliki bandwidth 20 Hz. Frekuensi tertingginya 60 Hz. Berapakah frekuensi terendahnya? Gambarkan spektrum jika sinyal memiliki amplitudo yang sama untuk semua frekuensi.

• Jawab:

f_n sebagai frekuensi tertinggi, f_l sebagai sinyal terendah, dan B sebagai bandwidth.

$$B = f_n - f_l \Rightarrow 20 = 60 - f_l \Rightarrow f_l = 60 - 20 = 40 \text{ Hz}$$

Spektrumnya memiliki frekuensi yang bernilai integer (lihat gambar dibawah).

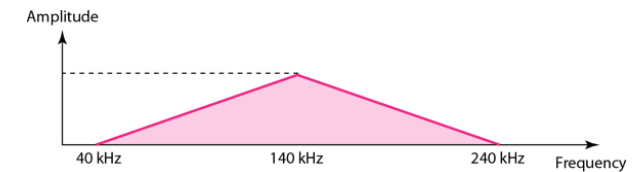


Contoh Soal (3)

- Sebuah sinyal komposit non-periodik memiliki lebar bandwidth 200 KHz, frekuensi tengahnya memiliki bandwidth 140 KHz dengan puncak amplitudo sebesar 20 V. Frekuensi terendah dan frekuensi tertinggi memiliki amplitudo 0 V. Gambarkan kedalam domain frekuensi dari sinyal tersebut.

• Jawab:

Frekuensi terendah adalah 40 KHz dan tertinggi 240 KHz



SINYAL DIGITAL

PERIODIK DAN NON PERIODIK

Sinyal Digital

- Selain diwakili oleh sinyal analog, informasi juga dapat diwakili oleh sinyal digital. Sebagai contoh, 1 sebagai tegangan positif dan 0 sebagai tegangan negatif. Sebuah sinyal digital dapat memiliki lebih dari dua level, dalam hal ini data dapat dikirim lebih dari 1 bit untuk setiap levelnya.
- Pada gambar dibawah menunjukan dua sinyal, gambar pertama dengan dua level dan gambar yang kedua dengan empat level.

