

Pengantar tentang sistem, sinyal dan sistem linier

Berbicara tentang sistem berarti berbicara tentang sekumpulan elemen/unsur yang menyusun sistem, dan berbicara tentang cara berhubungan antara elemen-elemen penyusun itu. Umumnya pengertian sistem menyangkut sesuatu yang tersusun dari elemen-elemen. Jadi sebuah komponen tidak dapat disebut sistem (tapi secara mikroskopis, sebuah elemen juga tersusun dari elemen-elemen yang lebih kecil sehingga dapat disebut sistem juga). Elemen-elemen penyusun sistem mempunyai perilaku yang khas dalam sistem, atau mempunyai tugas yang spesifik yang tidak dapat digantikan oleh elemen lain. Jika sebuah elemen penyusun sistem tidak ada, maka sistem menjadi tidak ada atau sistem berganti menjadi sistem lain.

Tabel ini mendaftar contoh beberapa sistem berikut elemen penyusun dan fungsi setiap elemen.

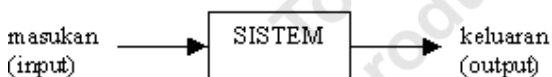
Sistem	Elemen	Fungsi elemen
Sistem audio	Mekanik playback	Mengubah sinyal magnetis dari kaset ke sinyal elektrik
	Penguat	Memperkuat sinyal elektrik
	Speaker	Mengubah sinyal elektrik menjadi sinyal suara/audio
	Tombol volume	Mengubah penguatan penguat
Tata surya	Matahari	Pusat tata surya
	Planet	Mengitari pusat tata surya
	Satelit	Mengitari planet

Sistem audio mempunyai empat elemen, jika salah satunya tidak ada, maka tidak dapat lagi disebut sistem audio. Tanpa penguat dan mekanik playback, sistem dikatakan rusak. Tanpa speaker, sistem tidak lengkap dan tidak dapat dimanfaatkan. Tanpa tombol volume, semua orang akan tertawa.

Hal yang penting untuk disepakati ketika seseorang berbicara tentang sistem teknik adalah model sistem. Memodelkan sebuah sistem berarti menyepakati besaran keluaran sistem, lalu menentukan masukan sistem dan akhirnya menentukan hubungan antara keluaran dan masukan itu.

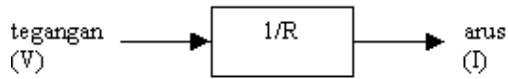
Persamaan matematis $I = \frac{v}{R}$ dapat disebut model sistem, yaitu model komponen elektronik resistor. Dalam model ini, besaran keluaran yang disepakati adalah arus resistor, sehingga masukannya adalah tegangan dan hubungan antaran keluaran dan masukan adalah persamaan matematis itu sendiri.

Diagram blok berikut ini menyatakan bentuk umum dari sistem:



Bentuk diagram blok di atas sudah dapat disebut model. Dalam bentuk diagram blok, biasanya besaran masukan dan keluaran sudah diketahui, dan dapat pula persamaan

matematisnya sudah diketahui dan dicantumkan pada label blok. Diagram blok sebuah resistor dengan keluaran arus adalah seperti berikut:



Jika keluaran sistem telah disepakati, maka penentuan masukan haruslah mengandung alasan (argumentasi). Alasan itu diperoleh dari fakta fisik sistem bahwa jika masukan diubah-ubah maka keluaran berubah. Jika arus disepakati sebagai keluaran sistem resistor, maka tegangan adalah masukan. Alasannya adalah jika tegangan resistor diubah-ubah maka arus resistor berubah.

Pemodelan tidak dimaksudkan untuk mendapatkan kebenaran mutlak tentang sistem yang dimodelkan. Pemodelan dimaksudkan untuk memperoleh manfaat dari model dan kebenarannya adalah kondisional dalam batas-batas yang dipersyaratkan.

Terhadap resistor berlaku persamaan matematis $I = \frac{V}{R}$. Artinya jika sebuah resistor 1Ω diberi input berupa tegangan $1 V$ maka akan diperoleh output berupa arus sebesar $1 A$. Persamaan di atas berlaku dalam batas-batas tertentu. Resistor 1Ω 5 watt dapat diberi tegangan $1 V$ untuk dan menghasilkan arus $1 A$, tapi resistor itu tidak dapat diberi tegangan $10 V$ karena akan menyebabkan resistor berada di luar batas yang diijinkan. Arus sebesar $10 A$ yang dihasilkan akan menyebabkan daya sebesar 100 watt masuk ke resistor dan merusak resistor itu. Resistor menjadi short atau resistor menjadi putus sehingga sesaat kemudian catu daya menjadi rusak atau tidak ada arus sama sekali yang mengalir.

Contoh-contoh tentang penentuan masukan sistem beserta alasannya tersaji pada tabel.

Sistem	Keluaran	Masukan	Alasan
Filamen setrika	panas	arus	Jika diberi arus filamen mengeluarkan panas. Semakin besar arus, semakin besar panas yang dikeluarkan filamen.
Bendungan	aliran air ke persawahan	posisi pintu air	Semakin tinggi posisi pintu air, semakin banyak air mengalir
Sepeda motor	kecepatan	posisi handel gas	Semakin besar sudut handel gas, semakin cepat sepeda motor berlari

Tugas 1. Carilah dua sistem lain. Tentukan/pilih keluarannya. Tentukan masukannya, sertakan alasannya. Kerjakan pada kertas double-folio bergaris. Gunakan tinta biru atau gunakan kertas bergaris biru. (updated 3 Maret 2002)

Sinyal

Kata lain sinyal adalah isyarat. Tapi penggunaan sehari-hari kata "sinyal" dan kata "isyarat" sedikit berbeda. Seseorang menyuruh diam dengan meletakkan telunjuk ke bibir disebut

memberi isyarat. Kereta berangkat menunggu sinyal dari petugas PPKA berupa tiupan peluit.

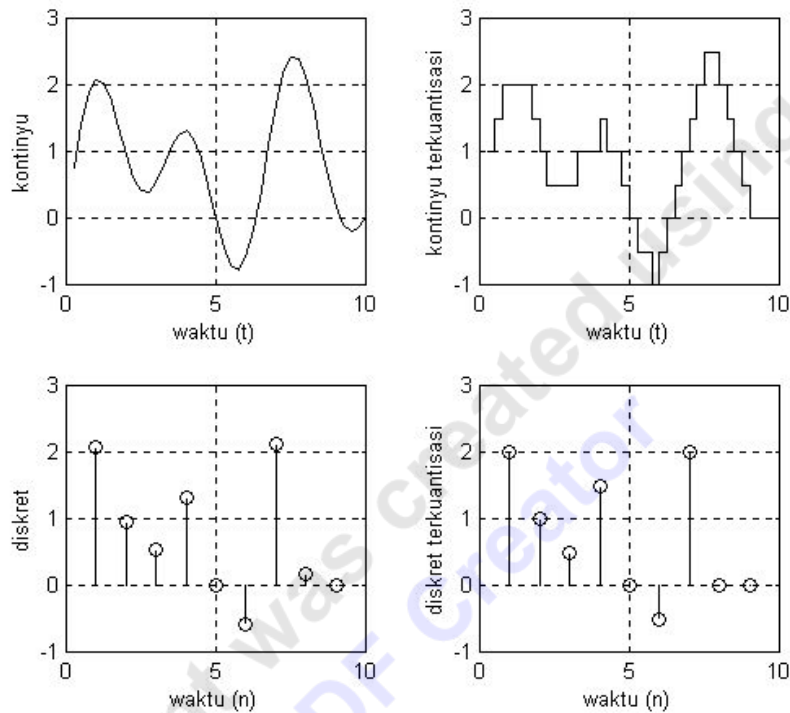
Dalam pembicaraan tentang sistem teknik, kedua kata di atas adalah sama. Sinyal adalah besaran yang diamati dalam selang waktu tertentu. Dalam selang waktu yang dimaksud, biasanya besaran berubah secara dinamis. Dalam keseharian dikenal sinyal suara atau sinyal gambar yang besarnya senantiasa berubah terhadap waktu. Namun besaran yang tidak berubah terhadap waktu secara teknis disebut sinyal juga asalkan merupakan pengamatan dalam selang waktu tertentu. Sehingga cahaya yang keluar dari sebuah lampu (meskipun intensitasnya tetap) disebut sinyal cahaya. Sebuah sepeda motor mempunyai besaran fisik: berat, warna, ukuran, kecepatan, jumlah persnelling, dan lain-lain. Semuanya adalah sinyal yang dikeluarkan oleh sepeda motor jika diamati dalam selang waktu tertentu. Namun di antara besaran-besaran yang dimiliki oleh sepeda motor, mungkin hanya kecepatan yang sifatnya dinamis, besaran lain bersifat statis. Oleh karena itu kecepatan merupakan besaran yang paling banyak diamati/diperhatikan untuk sepeda motor.

Pembicaraan tentang sistem seringkali melibatkan pembicaraan tentang sinyal. Sistem dikenali dari sinyal yang dikeluarkannya, dan sistem diamati karena ada dinamika sinyal padanya. Masukan dan keluaran sistem berwujud sinyal. Masukan dari sistem audio adalah sinyal magnetis dari pita kaset dan keluarannya adalah sinyal suara. Dalam sistem bendungan, aliran air ke persawahan adalah sinyal, aliran air dari hulu adalah sinyal, hujan adalah sinyal, pengubahan posisi pintu air oleh petugas irigasi adalah sinyal, bahkan watt listrik yang dihasilkan (jika ada PLTA-nya) adalah sinyal.

Secara teknis sinyal dibedakan menurut keberadaan dan nilai besarnya. Gambar berikut ini memperlihatkan empat macam sinyal yaitu: sinyal kontinyu (analog), sinyal kontinyu terkuantisasi, sinyal diskret, dan sinyal diskret terkuantisasi (digital).

Sinyal kontinyu merupakan bentuk kebanyakan sinyal yang ada di alam. Debit aliran air sungai, arus listrik yang masuk ke sebuah rumah pelanggan PLN dan suhu suatu ruangan adalah contohnya. Sinyal kontinyu mempunyai nilai di semua waktu dan nilainya bisa berapa saja. Sinyal kontinyu terkuantisasi mempunyai nilai di semua waktu tapi nilainya hanya tertentu saja. Contohnya adalah nilai tukar rupiah terhadap dollar, atau harga suatu barang di toko. Sinyal diskret mempunyai nilai pada waktu-waktu tertentu saja dan nilainya bisa berapa saja. Contohnya adalah data harian curah hujan di Solo, atau nilai indeks harga saham gabungan di bursa pada saat penutupan transaksi. Sinyal diskret terkuantisasi mempunyai nilai pada waktu-waktu tertentu saja dan nilainya hanya tertentu. Contohnya adalah sinyal komunikasi digital.

Pembicaraan dalam kuliah sistem linier secara umum adalah menyangkut sinyal kontinyu dan diskret yang tidak terkuantisasi.



Sistem Linier

Sistem linier adalah sistem dengan sifat khusus berupa linieritas. Artinya hubungan masukan dan keluarannya bersifat linier. Jika digambar pada grafik hubungan itu berupa garis lurus. Namun gambaran grafis berupa garis lurus hanya berlaku pada saat sistem berada pada kondisi mantap (steady) dan bukan pada kondisi transisi (transien). Jika resistor tiba-tiba diberi tegangan, arus resistor tidak langsung muncul sesuai hukum ohm. Ada masa transisi dari kondisi belum diberi tegangan (kondisi awal) menuju kondisi mantap (meskipun hanya dalam hitungan mikrodetik atau nanodetik). Hukum ohm hanya berlaku pada kondisi mantap. Kondisi transisi ini tidak diperhatikan pada desain rangkaian elektronik biasa, tapi kondisi ini menjadi perhatian pada sistem frekuensi tinggi di mana sinyal berubah dengan sangat cepat.

Ada dua alasan penting mengapa studi sistem linier menjadi perlu:

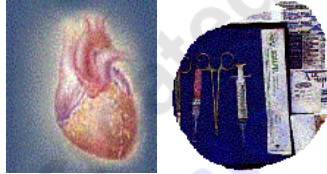
1. Model sistem linier dapat dipelajari lebih mudah dan pembahasannya telah mendalam. Alat bantu analisis dan desain sistem linier telah banyak tersedia.
2. Kebanyakan sistem fisik dapat dimodelkan dengan sistem linier.

http://www.oocities.org/husni_ums/sislin/sislin03.htm

Contoh Sistem dan Sinyal

Perhatikan bahwa sistem seringkali baru didefinisikan setelah manusia mendefinisikan interestnya, artinya manusia menyatakan pengamatan apa yang hendak dilakukan atau manfaat apa yang ingin diperoleh dari pendefinisian sistem.

Pengamatan yang hendak dilakukan: mengamati irama pernafasan dan detak jantung di bawah pengaruh anaesthesia (pembiusan). Pengamatan ini penting dilakukan untuk memberikan jumlah obat bius yang tepat



Nama sistem : Sistem respirasi dan transportasi
Keluaran:

1. Irama jantung (dalam detak per menit),
2. Frekuensi pernafasan (dalam nafas per menit)

Masukan: Dosis obat bius (dalam ml)

Jika dosis obat bius sudah diketahui, maka ada dua bentuk sinyal masukan yang dapat diberikan ke sistem:

1. Sinyal impulse: Obat bius disuntikkan. Sejumlah obat bius dalam waktu yang "singkat" dimasukkan ke sistem.
2. Sinyal step: Obat bius dimasukkan melalui aliran infus. Sejumlah obat bius dimasukkan ke botol infus. Tubuh akan secara konstan menerima sejumlah obat bius dalam waktu yang relatif lama.

Pendefinisian sistem dan sinyal menurut referensi:

Murray-Smith, D.J., "Modelling Process in Respiratory Medicine", *The Respiratory System*, vol. 2, no. 5, p. 316, London, Croom Helm, 1988.

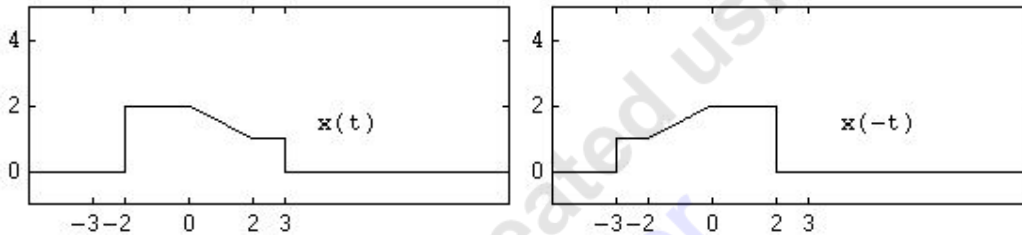
Sinyal

Dalam analisis sistem linier, masukan dan keluaran merupakan sinyal yang dapat dinyatakan dalam bentuk tabel, fungsi matematis ataupun gambar grafis. Sistem mengolah sinyal masukan dan mengeluarkan sinyal keluaran. Akibat pengolahan sistem, fungsi matematis sinyal berubah. Sebagai contoh sebuah sinyal sinus $x(t) = \sin t$ jika dimasukkan ke rangkaian kapasitor paralel akan berubah menjadi sinyal keluaran $y(t) = A x(t+\theta) = A \sin(t+\theta)$ yang secara fisis berarti bahwa amplitudo dan fase sinyal berubah. Bab ini berbicara

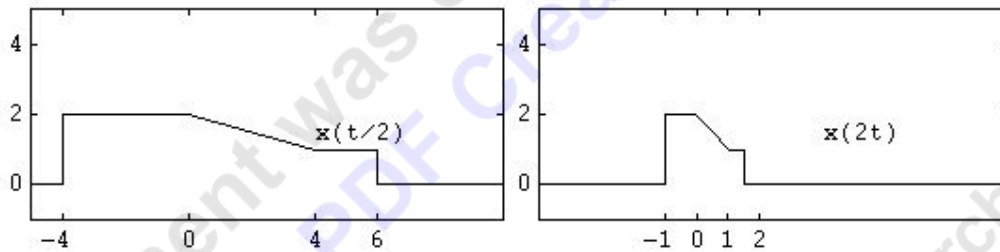
tentang apa saja pengaruh operasi matematis terhadap bentuk sinyal dan bagaimana bentuk-bentuk sinyal dasar.

2. Operasi matematis terhadap argumen sinyal

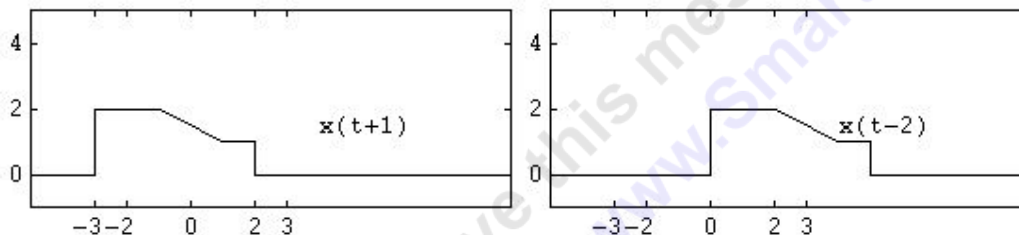
a. Negasi.



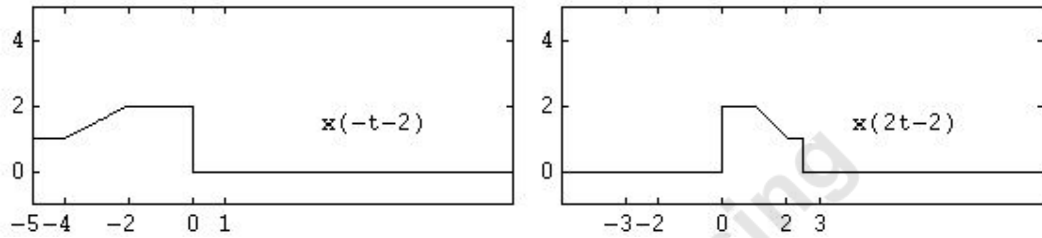
b. Perkalian dengan konstanta/penskalaan.



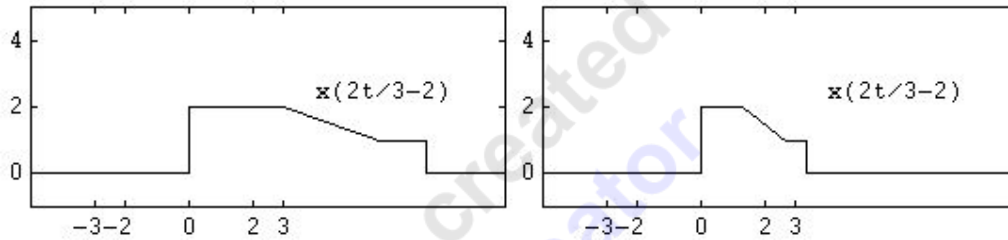
c. Penjumlahan dengan konstanta/pergeseran. Penjumlahan argumen dengan konstanta akan menyebabkan sinyal tergeser ke kiri sejauh nilai konstanta sedangkan pengurangan argumen dengan konstanta akan menyebabkan sinyal tergeser ke kanan.



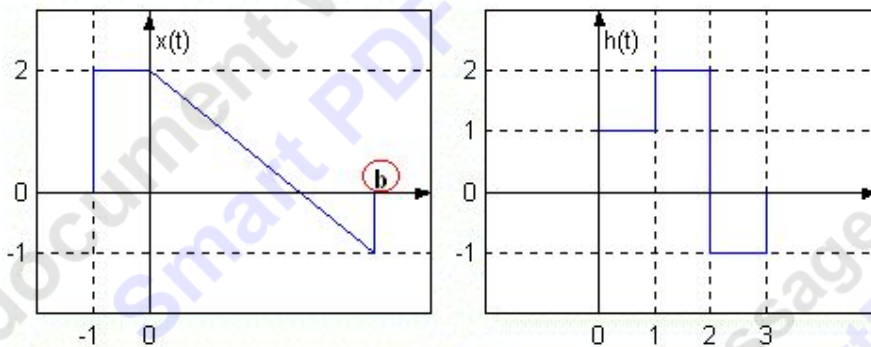
Pergeseran akibat penjumlahan dengan konstanta dipengaruhi oleh operasi negasi dan penskalaan. Penjumlahan dengan konstanta pada sinyal hasil negasi menyebabkan sinyal tergeser ke kanan sedangkan pengurangan dengan konstanta menyebabkan sinyal tergeser ke kiri. Sinyal $x(-t-2)$ mempunyai bentuk seperti sinyal $x(-t)$ yang tergeser sejauh 2 ke kiri. Penjumlahan dengan konstanta pada sinyal yang terskala menyebabkan nilai pergeseran terskala. Sinyal $x(2t)$ terskala sehingga bentuk sinyal mengkerut menjadi 1/2 kali bentuk sinyal $x(t)$. Sinyal $x(2t-2)$ mempunyai bentuk sama dengan sinyal $x(2t)$ tapi tergeser ke kanan sejauh 2/2 (bukan sejauh 2). Nilai pergeseran ikut terskala.



Manakah di antara kedua sinyal berikut ini yang benar???



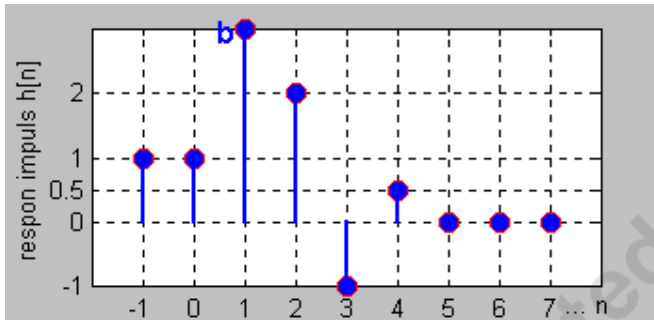
Soal latihan 2.1



Pada gambar di atas tampak dua sinyal kontinu $x(t)$ dan $h(t)$. Perhatikan bahwa sinyal $x(t)$ mempunyai garis miring yang berawal dari titik $(0,2)$ dan berakhir di titik $(b,-1)$ dengan b adalah digit terakhir NIM saudara. Gambarlah dengan baik sinyal-sinyal berikut ini:

- a. $x(-t)$
- b. $x(t+2)$
- c. $x(2t)$
- d. $-2x(t)$
- e. $x(3t-3)$
- f. $x(-2t-2)$
- g. $x(t)h(t)$
- h. $x(t-1)h(2t/3)$

Soal latihan 2.2.



Gambar di atas menampilkan sinyal $h[n]$. Perhatikan bahwa sinyal $h[n]$ mengandung impuls di $n=1$ dengan nilai sebesar b yaitu digit terakhir NIM saudara. Gambarkan dengan baik sinyal-sinyal berikut ini:

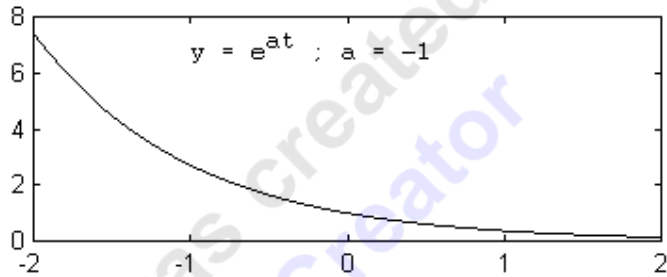
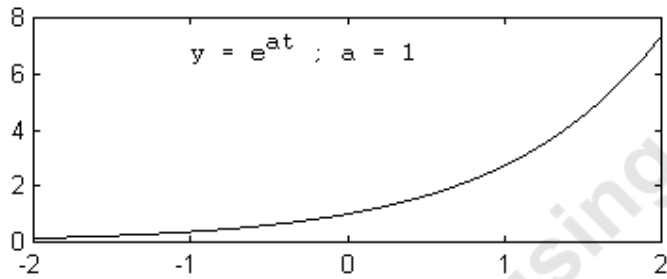
- $h[3n/2+2]$
- $h[-n-1]/2$

Dalam analisis sistem linier, masukan dan keluaran merupakan sinyal yang dapat dinyatakan dalam bentuk tabel, fungsi matematis ataupun gambar grafis. Sistem mengolah sinyal masukan dan mengeluarkan sinyal keluaran. Akibat pengolahan sistem, fungsi matematis sinyal berubah. Sebagai contoh sebuah sinyal sinus $x(t) = \sin t$ jika dimasukkan ke rangkaian kapasitor paralel akan berubah menjadi sinyal keluaran $y(t) = A x(t+\theta) = A \sin(t+\theta)$ yang secara fisis berarti bahwa amplitudo dan fase sinyal berubah. Bab ini berbicara tentang apa saja pengaruh operasi matematis terhadap bentuk sinyal dan bagaimana bentuk-bentuk sinyal dasar.

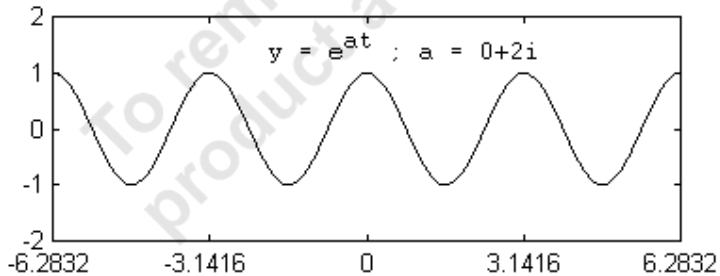
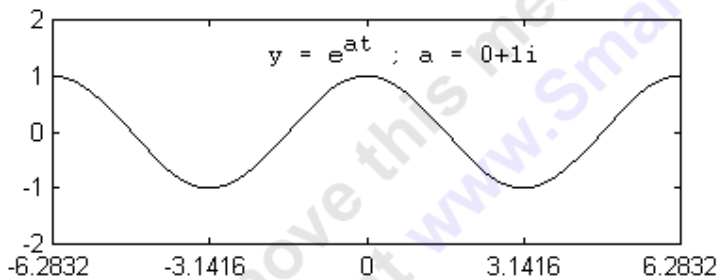
3. Bentuk sinyal kontinyu dasar

Ada tiga bentuk dasar sinyal kontinyu.

1. Sinyal eksponensial sinusoidal kompleks $x(t) = Ce^{at}$. Dalam rumusan ini, e adalah bilangan natural 2,718... , t adalah argumen waktu, C dan a adalah parameter kompleks. Bentuk sinyal Ce^{at} bervariasi tergantung nilai C dan a .
 - o Untuk C dan a riil. Sinyal akan berbentuk eksponensial, yaitu eksponensial naik jika $a > 0$ dan eksponensial turun jika $a < 0$. Pada saat $t=0$, nilai sinyal adalah $x(t)=C$.



- o Untuk a imajiner. Bilangan imajiner a dapat ditulis menjadi $a=j\omega$ sehingga rumusan sinyal menjadi $x(t) = Ce^{j\omega t} = C \cos j\omega t + j \sin j\omega t$. Yang terlihat dan terdeteksi dari sinyal kompleks adalah bagian rielnnya yaitu $\text{Re}\{x(t)\} = C \cos j\omega t$. Sinyal akan berbentuk sinusoidal dengan amplitudo C dan frekuensi ω . Sinyal sinusoidal ini bersifat periodik, artinya bentuk sinyal muncul secara berulang-ulang sehingga $x(t+T)=x(t)$. Jangka waktu saat sinyal mulai berulang disebut periode yaitu T . Untuk sinyal sinusoidal ini, $T = 2\pi/\omega$.

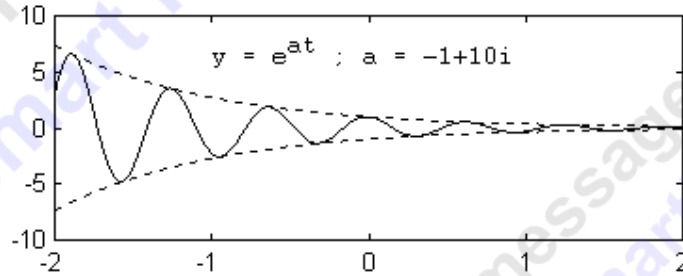
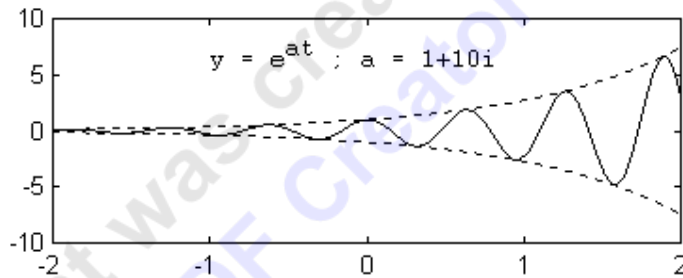


- o Untuk C dan a kompleks. Konstanta kompleks C dapat ditulis menjadi $C = |C|e^{j\theta}$ dan konstanta kompleks a dapat ditulis sebagai $a = r + j\omega$. Rumusan sinyal akan menjadi

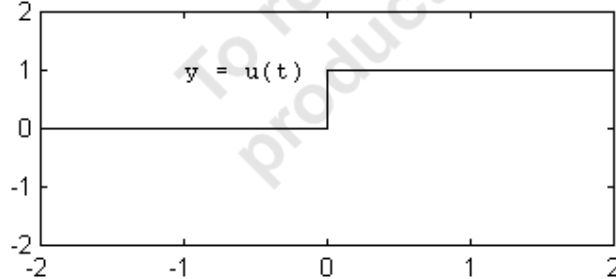
$$x(t) = |C|e^{j\theta}e^{(r + j\omega)t}$$

$$x(t) = |C|e^{rt}e^{j(\omega t + \theta)}$$

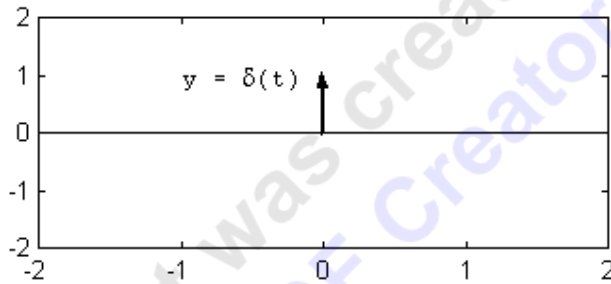
Bagian riil sinyal adalah $\text{Re}\{x(t)\} = |C|e^{rt}\cos(\omega t + \theta)$ yang jika digambar akan berbentuk eksponensial sinusoidal.



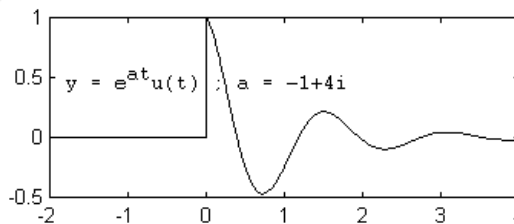
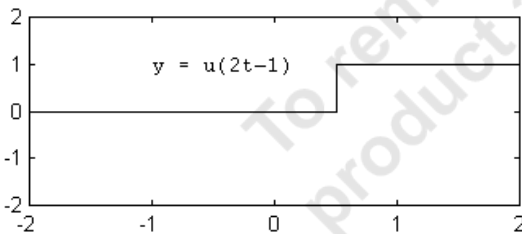
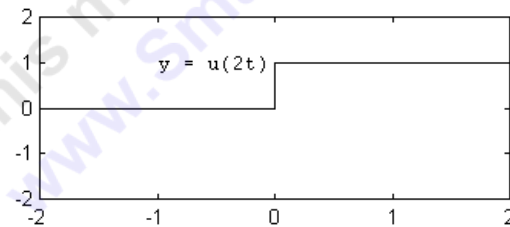
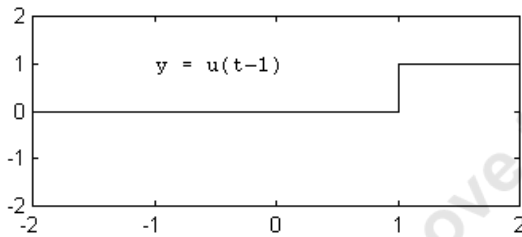
- o
- 2. Sinyal tangga satuan (*unit step*) $u(t)$. Step artinya tangga. Bentuk sinyal tangga adalah seperti satu anak tangga. Untuk sinyal tangga satuan, kenaikan sinyal terjadi di $t=0$ dan kenaikannya sebesar satu. Secara matematis, sinyal $u(t)=1$ untuk $t > 0$ dan $u(t)=0$ untuk $t < 0$. Sinyal tangga sering dipakai untuk memodelkan proses pensaklaran on-off.



3. Sinyal impuls satuan (*unit impulse*) $\delta(t)$. Impulse artinya denyut. Sinyal impuls adalah sinyal yang muncul sesaat lalu hilang kembali. Seberapa lama sebuah denyut muncul agar dapat disebut impuls? Sangat relatif! Bagi manusia, aktivitas jantung adalah denyut, tapi bagi komputer, sinyal jantung sangat lama dan tidak layak disebut denyut. Ketika sebuah bola dilempar ke dinding, dinding akan memberi gaya kepada bola dalam waktu yang singkat. Gaya yang diterapkan dinding terhadap bola disebut denyut/impuls karena keberadaan gaya cukup singkat dibanding aktivitas bola. Secara matematis, unit impuls adalah sinyal yang hanya muncul di $t=0$ dengan energi sebesar 1. Dengan kata lain, $\delta(t)=1$ untuk $t=0$ dan $\delta(t)=0$ untuk $t \neq 0$.



Sinyal-sinyal dasar dapat diubah bentuknya dengan operasi matematis terhadap sinyal. Bahkan sebagian besar sinyal di alam dapat dibangun dari sinyal-sinyal dasar. Berikut adalah contoh bentuk sinyal dasar yang diberi operasi matematis. Sinyal $u(t-1)$ adalah sinyal $u(t)$ yang digeser sejauh 1 ke kanan. Sinyal $u(2t)$ mengalami penskalaan tapi tidak terlihat berbeda dari sinyal $u(t)$. Sinyal $u(2t-1)$ adalah sinyal $u(2t)$ yang digeser sejauh 1/2 ke kanan (Perhatikan bahwa efek penskalaan menyebabkan pergeseran sinyal diskalakan, pergeseran sinyal $u(2t-1)$ bukan 1 ke kanan, melainkan 1/2 ke kanan). Sinyal $e^{(-1+4i)t}u(t)$ merupakan hasil perkalian sinyal $u(t)$ dengan sinyal eksponensial sinusoidal. Efek perkalian sinyal $x(t)$ dengan sinyal $u(t)$ adalah untuk $t < 0$ nilai sinyal menjadi 0 dan untuk $t > 0$ sinyal tetap seperti bentuk semula.



This document was created using
Smart PDF Creator

To remove this message purchase the
product at www.SmartPDFCreator.com