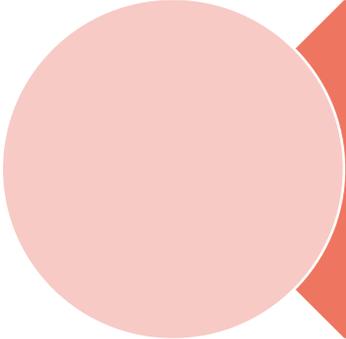


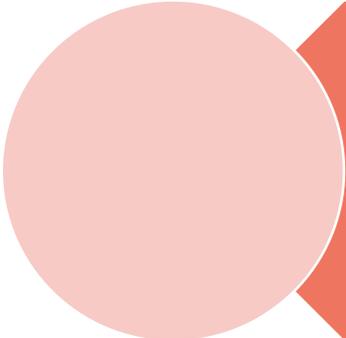
# Pertemuan 3

## Sistem

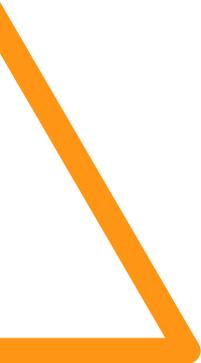
Disusun oleh : Vera Noviana Sulistyawan, S.T., M.T.



Sistem



Klasifikasi Sistem



# Sistem

- Secara matematis, hubungan antara sinyal keluaran dan sinyal masukan pada suatu sistem, baik sistem waktu kontinyu maupun sistem waktu diskrit adalah

$$y(t) = H\{x(t)\}$$

$$y(n) = H\{x[n]\}$$

- Dengan  $H$  adalah proses dari sistem tersebut.

# Klasifikasi Sistem

- Linearitas
- Sistem *time-varying* dan sistem *time-invariant*
- Sistem dengan atau tanpa memori
- Sistem kausal dan non kausal
- Sistem invers
- Sistem stabil

# Linearitas

- Suatu sistem dikatakan linear jika memenuhi prinsip **superposisi** dan **homogenitas**.
  - Superposisi. Jika suatu sistem diberikan masukan  $x_1(t)$  maka akan menghasilkan keluaran  $y_1(t)$  dan jika diberikan masukan  $x_2(t)$  akan menghasilkan keluaran  $y_2(t)$ . Jika sistem yang sama diberikan masukan  $x_1(t) + x_2(t)$  akan menghasilkan keluaran  $y_1(t) + y_2(t)$  maka sistem ini disebut memenuhi prinsip superposisi.
  - Homogenitas. Jika suatu sistem diberikan masukan  $x(t)$  maka akan menghasilkan keluaran  $y(t)$ . Jika sistem yang sama diberikan masukan  $ax(t)$ , dengan  $a$  adalah suatu konstanta, akan menghasilkan keluaran  $ay(t)$  maka sistem ini disebut memenuhi prinsip homogenitas.
- Dengan kedua hal tersebut, jika digabungkan maka dapat disimpulkan suatu sistem disebut **linear** jika memenuhi
$$ax_1(t) + \beta x_2(t) \rightarrow ay_1(t) + \beta y_2(t)$$
- Dengan  $a$  dan  $\beta$  konstanta.
- Sistem yang tidak memenuhi persamaan tersebut disebut **sistem nonlinear**.
- Persamaan tersebut juga berlaku untuk sistem diskrit.

# Sistem *time varying* dan sistem *time invariant*

- Suatu sistem yang jika diberikan masukan  $x(t)$  akan menghasilkan keluaran  $y(t)$  disebut ***time-invariant*** (atau secara umum, jika variabel bebasnya bukan waktu, disebut shift-invariant) jika memenuhi

$$x(t - t_0) \rightarrow y(t - t_0)$$

- Dengan kata lain, sistem disebut *time invariant* jika sinyal masukannya digeser sebesar  $t_0$  maka keluarannya juga akan bergeser sebesar  $t_0$ .
- Sistem yang tidak memenuhi persamaan tersebut disebut ***time-varying***.
- Implementasi pergeseran adalah delay (penundaan).

# Sistem dengan dan tanpa memori

- Sistem disebut tanpa memori atau sesaat (instantaneous) jika nilai keluaran saat ini hanya bergantung pada nilai masukan saat ini. Sebaliknya, sistem dengan memori jika keluarannya bergantung pada nilai masukan masa lalu atau masa depan.
- Contoh **sistem tanpa memori** adalah sistem resistor yang menggambarkan hubungan antara masukan (arus) dan keluaran (tegangan) sebagai berikut :

$$y(t) = Rx(t)$$

- Contoh **sistem dengan memori** adalah sistem kapasitor yang menggambarkan hubungan antara masukan (arus) dan keluaran (tegangan) sebagai berikut :

$$y(t) = \frac{1}{C} \int_{-\infty}^t x(\tau) d\tau$$

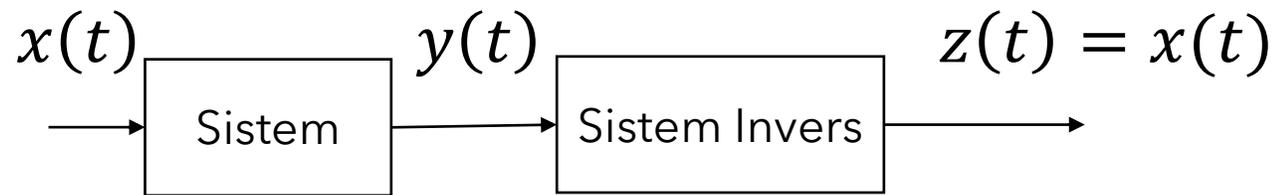
Dengan  $C$  adalah kapasitansi. Dengan persamaan tersebut jelas bahwa nilai keluaran tergantung dari nilai masukan masa lalu.

# Sistem kausal dan non kausal

- Sistem dikatakan kausal atau disebut juga *nonanticipatory*, jika keluaran dari sistem tersebut hanya tergantung dari nilai masukan saat ini dan masa lalu (yaitu  $x(t)$ ,  $x(t - 1)$ ,  $x(t - 2)$ , ...) tetapi tidak tergantung masukan masa depan (yaitu  $x(t + 1)$ ,  $x(t + 2)$ , ...).
- Sistem kausal juga dikenal sebagai sistem yang dapat direalisasikan secara fisik. Hal ini masuk akal sebab nilai masukan masa depan tidak akan pernah diketahui.
- Sistem yang tidak memenuhi syarat kausal disebut sistem nonkausal atau *anticipatory*.

# Sistem invers

- Sistem disebut mempunyai invers (invertible) jika dengan menginvestigasi keluarannya kita dapat menentukan masukannya.



- Jika dua masukan yang berbeda menghasilkan keluaran yang sama maka sistem tersebut tidak mempunyai invers. Persamaan yang menggambarkan sistem invers adalah sebagai berikut :

$$z(t) = H^{inv}\{y(t)\} = H^{inv}\{H\{x(t)\}\} = x(t)$$

# Sistem stabil

- Sistem stabil adalah jika memenuhi *bounded input bounded output (BIBO)*, yaitu jika sistem diberikan masukan yang terbatas (nilainya) maka keluarannya juga akan terbatas.
- BIBO didefinisikan sebagai
  - Keluaran  $y(t)$  memenuhi
$$|y(t)| \leq M_y < \infty \text{ untuk semua } t$$
  - Ketika masukan  $x(t)$  memenuhi
$$|x(t)| \leq M_x < \infty \text{ untuk semua } t$$

# Tugas 7

Tentukan apakah sistem dibawah ini linear atau nonlinear, kausal atau non kausal, time variant atau time varying, dengan memori atau tanpa memori.

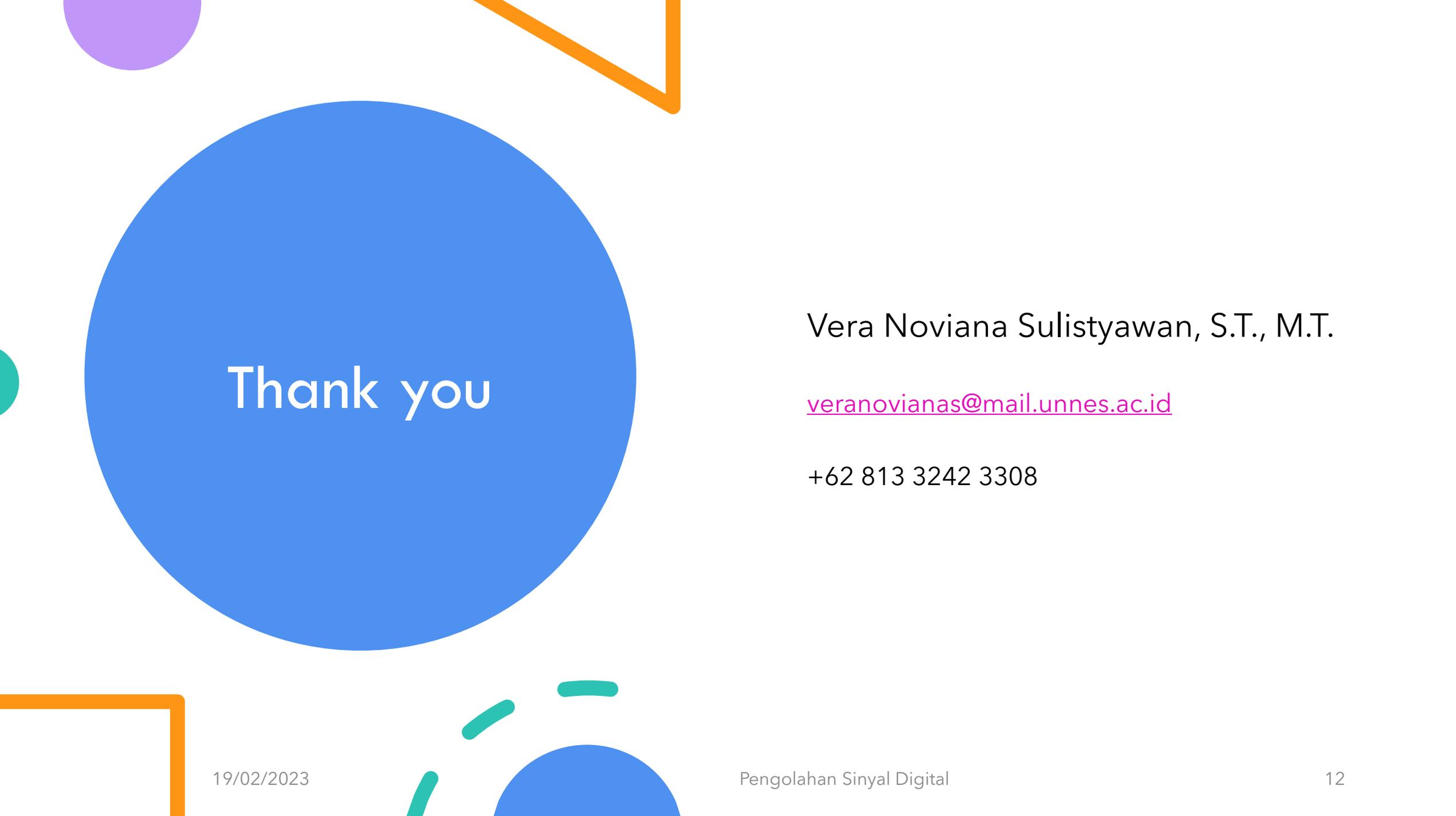
*a.*  $y(t) = tx(t)$

*b.*  $y(t) = ax(t) + b$

*c.*  $y(t) = ax^2(t) + bx(t) + c$

*d.*  $y(t) = x(t)\cos t$

*e.*  $y[n] = x[2n]$



Thank you

Vera Noviana Sulistyawan, S.T., M.T.

[veranovianas@mail.unnes.ac.id](mailto:veranovianas@mail.unnes.ac.id)

+62 813 3242 3308