

Apa itu SISTEM KENDALI ??

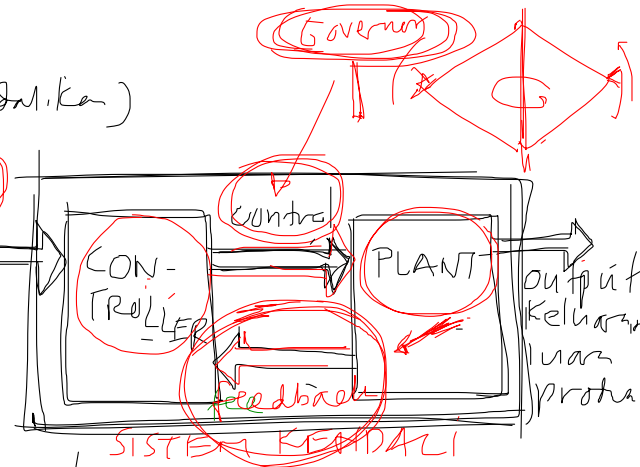
Sistem Kendali adalah sistem apa saja,
yang terdiri dari 2 (dua) bagian:

- * Kendalian (PLANT yang dikendalikan)
- * Pengendali (CONTROLLER yang mengendalikan)

Teknik Kendali (Control Engineering)
adalah bidang ilmu yang mempelajari
Sistem Kendali (Control System)

REFERENCE
INPUT

masukan
dan
setting,
command



Kendali

1996 - MASDALI → Many Sistem Kendali Indonesia

"Control" ↔ "Kendali"

- kontrol
- pengaturan (ITB EL)
- mengatur (ITB MS)
- pengendalian (UGM)

DASAR SISTEM KENDALI

Rhiza +628164312162

rhiza@unhas.ac.id

<http://www.unhas.ac.id/rhiza/arsip/Kuliah/>

<http://www.unhas.ac.id/rhiza/arsip/Kuliah/>

Penilaian : (40% MID + 60% FIN) } N.A.
(open book, no laptop)

- * Otomatis { Keterlibatan MANUSIA
- * Manual

16x pertemuan @ 100 menit :

Bab I : Pengantar

Bab II : Alat-alat Matematika

Bab III : Istilah-istilah sistem Kendali

Bab IV : Analisis Kestabilan

Buku-bacaan

- * Ogata, "Modern Control Engineering"
- * Kuo, "Automatic Control systems"
- * Schaum Series: "Feedback and Control Systems"

Bab I : Pengenalan SISTEM KENDALI

Introduction to Control System

1995 Konsorsium Ilmu-Ilmu Teknik

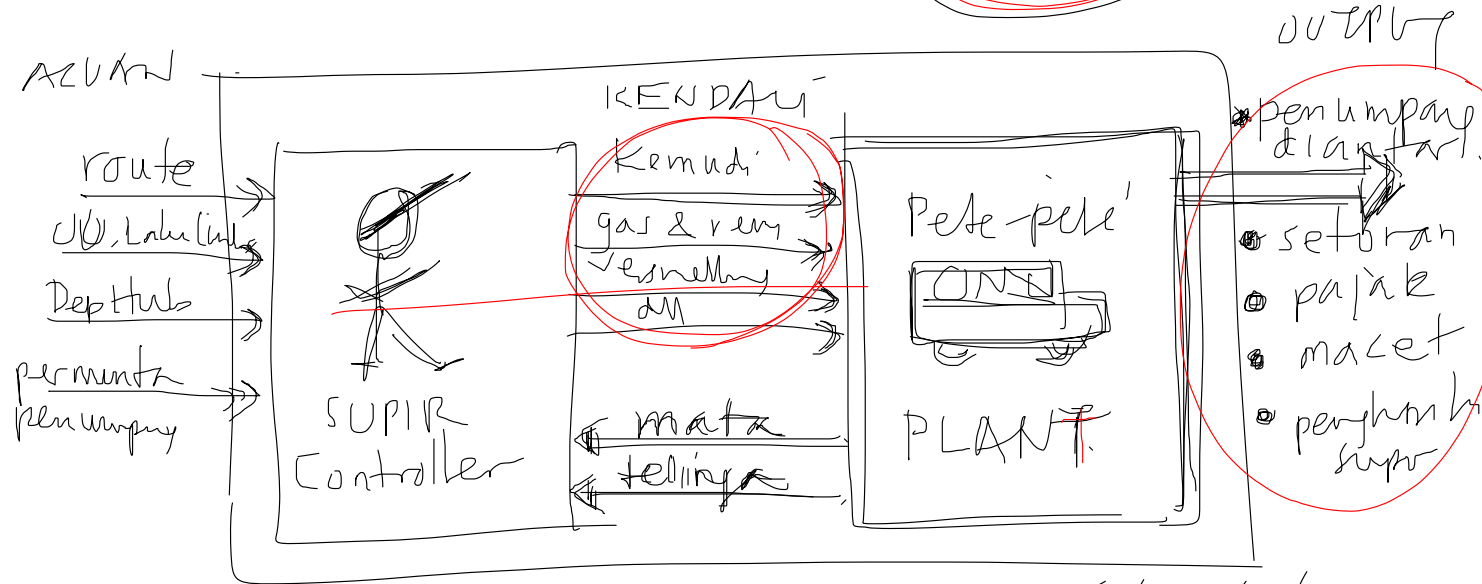
menetapkan :

TEKNIK ELEKTRO
Electrical Engineering

- * Teknik ENERGI
- * Teknik TELEKOMUNIKASI
- * Teknik ELEKTRONIKA
- * Teknik KENDALI
- * Teknik KOMPUTER

Contoh SISTEM KENDALI

MANUAL



Sistem Kendali Operasional PETÉ-PÉTÉ

BAB II Alat-alat MATEMATIK

Teori Kendali
Control theory

* Teori Kendali KLASIK

* Teori Kendali MODERN

paket 1. Bagan Kotak & Aljabar-nya

paket 2: Model Klisbah-Alih dan Jelmaan LAPLACE

Paket 1.

Bagan Kotak dan Aljabar Bagan Kotak

* ISYARAT (signal)
* SISTEM (system)

Dalam bagan kotak isyarat digambarkan dengan 'anak panah'

Sumber → "tunggal" ~~←~~
arah
propagasi

* NOTASI ISYARAT

→ "jamak" / banyak
 $x(t)$

→ $x(t)$

* isyarat x yang berubah dengan t ($t \equiv \text{time}$)

$u(k)$ * isyarat u yang berubah dengan k ($k \equiv 0, 1, 2, 3, \dots$)

$V_i(j\omega)$

* V = voltage (tegangan)

i = input

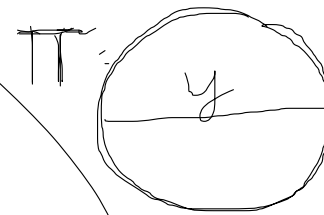
$j = \sqrt{-1}$

$\Omega = \text{OMEGA}$

$\omega = \text{"omega"} = 2\pi f$

$$\omega = 2\pi f \text{ [rad/sec]}$$

f = frekuensi
[Hertz]



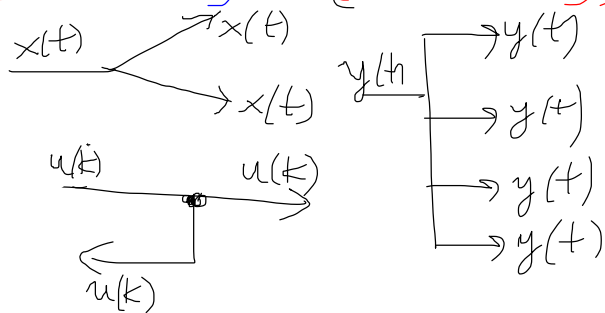
$$\pi = \frac{x}{y}$$

→
Isyarat
masuk

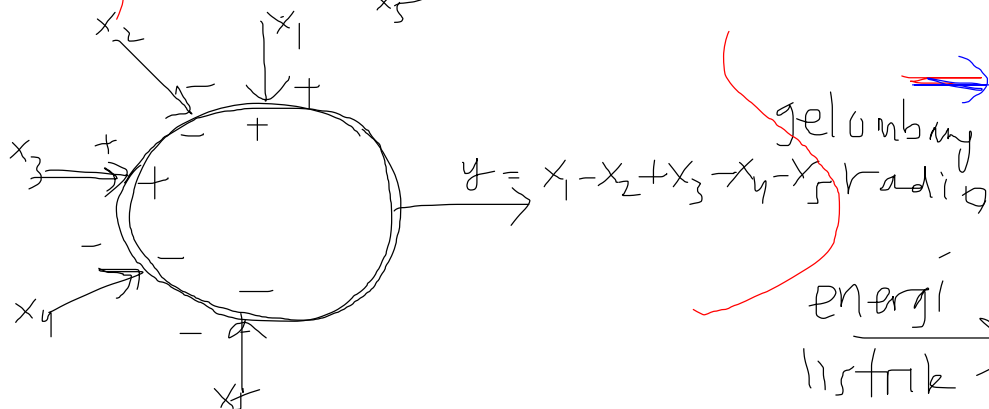
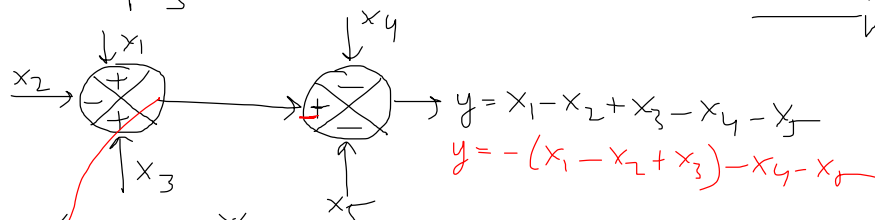
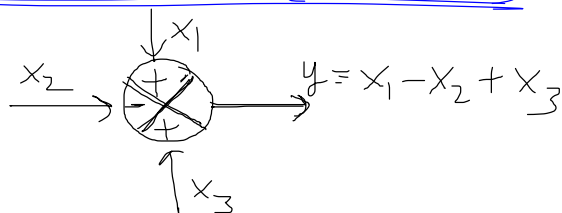
→
arus I

* Percabangan dan Pertemuan ISYARAT

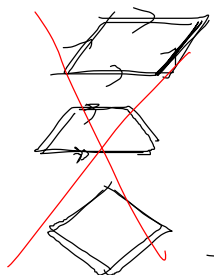
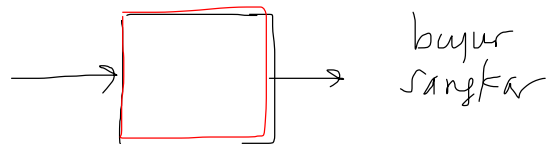
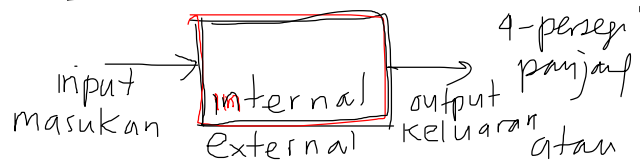
* Percabangan (Branching)



* Pertemuan (Junction)



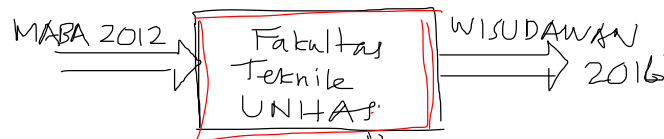
* SISTEM



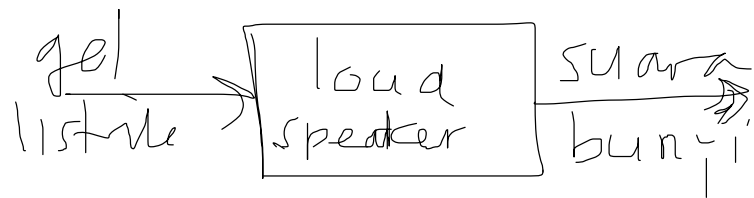
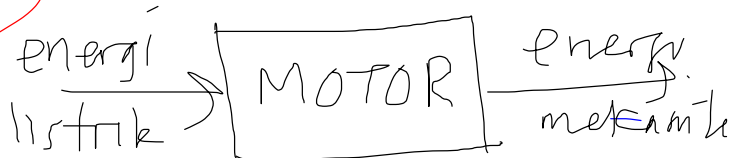
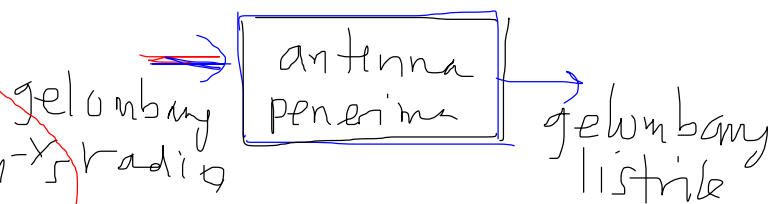
gangguan (disturbance)
derau (noise)

* Notasi SISTEM

⇒ kalimat & kata =

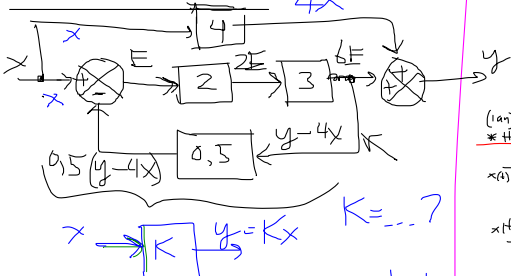


D.O.-wan
2014



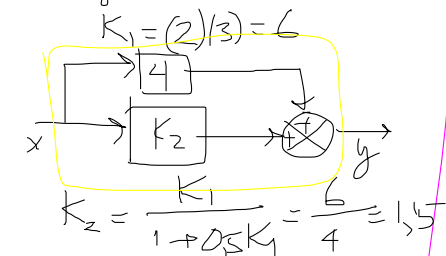
Contoh

* Contoh Matematis



I. Dengan Aljabar Bagas Kotak

Hubungan Serial



Hubungan umpan-maju

$$K = K_2 + 4 = 1.5 + 4 = 5.5$$

II. Percobaan & Persamaan

$$E = x - 0.5(y - 4x)$$

$$= x - 0.5y + 2x$$

$$= 3x - 0.5y$$

$$y - 4x = 6E$$

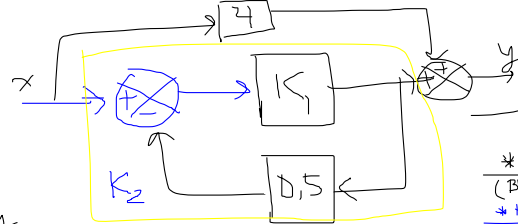
$$= 6[3x - 0.5y]$$

$$= 18x - 3y$$

$$y + 3y = 18x + 4x$$

$$4y = 22x \rightarrow y = \frac{22}{4}x = 5.5x$$

$$K = 5.5$$

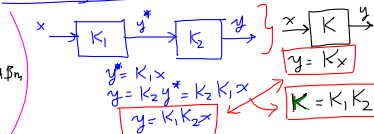


Hubungan umpan balik

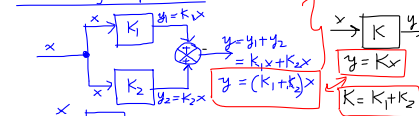
* Aljabar Bagas Kotak

(Block Diagram Algebra)

* Hubungan Serial (cascade)



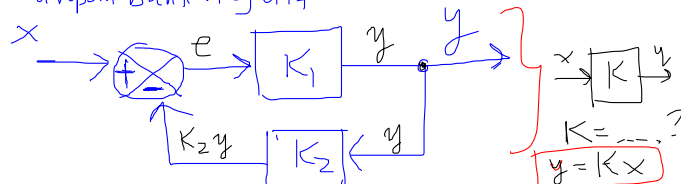
* Hubungan paralel



Hubungan umpan-maju (feed-forward)

* Hubungan umpan-balik (feedback)

umpan balik negatif



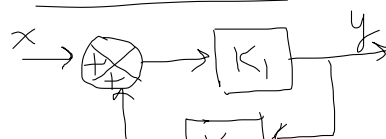
$$E = x - K_2 y$$

$$y = K_1 E = K_1 [x - K_2 y] = K_1 x - K_1 K_2 y$$

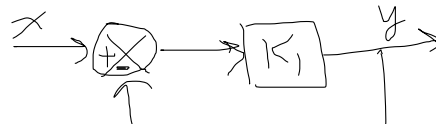
$$y + K_1 K_2 y = K_1 x$$

$$[1 + K_1 K_2] y = K_1 x \rightarrow y = \frac{K_1}{1 + K_1 K_2} x$$

Cari sendiri!



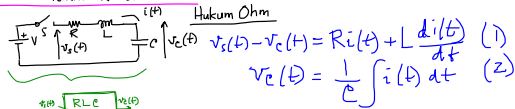
umpan balik positif



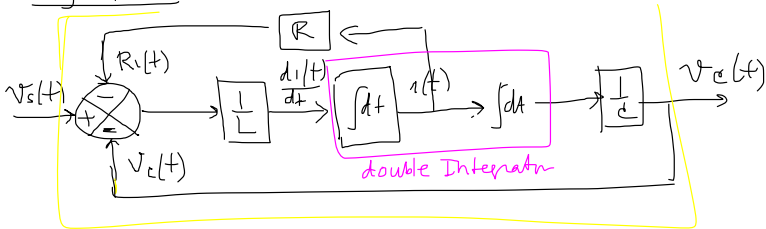
negative unity feedback
umpan-balik satuan negatif ($K_2 = 1$)

* Contoh ELEKTRIK

Rangkaian Pemuatan Kapasitor melalui RL seri



Bagan Kotak :



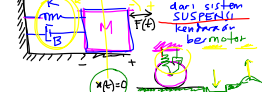
BAB I

BAB II Alat-alat Matematika
Paket I Bagan kotak & Aljabarnya.
Paket II Model NISBAH ALIH dan Transf. LAPLACE



* Contoh MEKANIK

Sistem SPRING-MASS-DAMPER



Hukum NEWTON

Pers. Diff

$$F(t) = M \frac{d^2x(t)}{dt^2} + B \frac{dx(t)}{dt} + Kx(t)$$

percepatan, kecepatan, posisi

$$\frac{d^2x(t)}{dt^2} = \frac{1}{M} [F(t) - (B \frac{dx(t)}{dt} + Kx(t))]$$

Bagan Kotak :



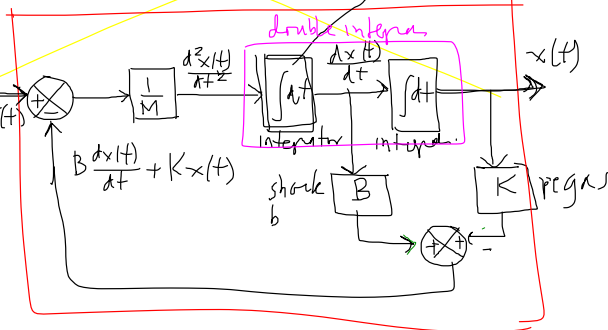
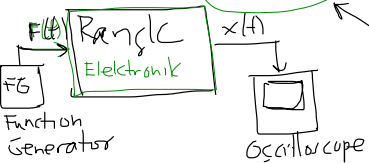
Next :

Paket 2

* Model Nisbah Alih

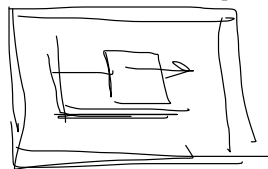
dan Transf- Laplace

elektronik

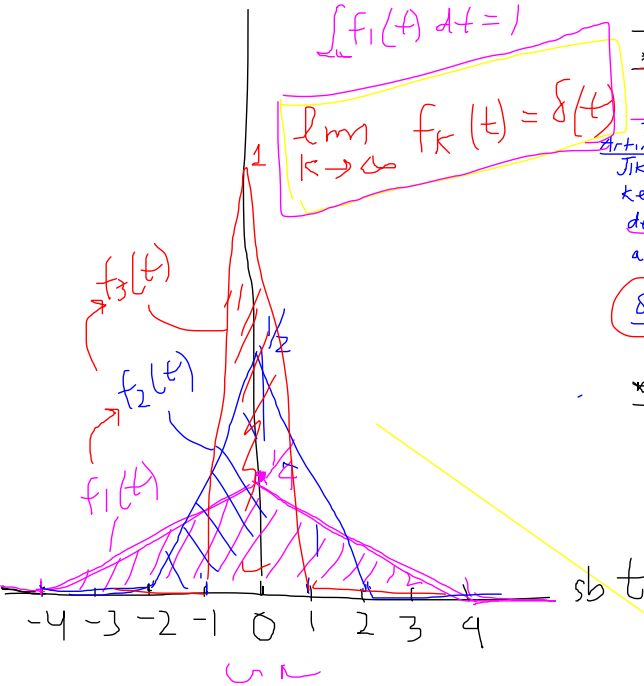


Program Simulasi

animasi



* Bagaimana membuat $\delta(t)$?
 $\delta(t)$ dapat dibuat secara matematis dengan berbagai cara. Salah satu caranya adalah sbt



$\int_{-\infty}^{\infty} f_1(t) dt = 1$

$\lim_{K \rightarrow \infty} f_K(t) = \delta(t)$

* Model Nisbah Alih & transf Laplace

* Apa itu NISBAH ALIH ??
 What is a TRANSFER FUNCTION? δ . delta Δ . DELTA

Nisbah Alih adalah tanggapan denyut
 Transfer Function is the impulse response

Artinya
 Jika suatu sistem menghasilkan isyarat $g(t)$ ketika diberi masukan isyarat denyut satuan $\delta(t)$, maka nisbah alih sistem itu adalah $g(t)$



* Apa itu isyarat denyut satuan ($\delta(t)$).?
Unit Impulse

$\delta(t)$ adalah suatu isyarat matematis, yang TIDAK ADA realisasi fisik-nya yang IDEAL.

Fenomena alam yang paling mendekati $\delta(t)$, misalnya:

- Sambaran petir
- Pukulan stick golf pada bola golf
- bunga api listrik

sesuatu yang sangat "keras" berlangsung sangat "cepat"

Secara matematis, isyarat denyut satuan $\delta(t)$ mempunyai 2 (dua) sifat:

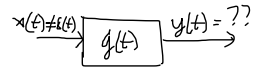
* $\delta(t)$ hanya ada pada $t=0$.

$\delta(t) \begin{cases} = 0, t \neq 0 \\ \neq 0, t = 0 \end{cases}$

* Luas bidang antara $\delta(t)$ dan sumbu t adalah 1 satuan luas

$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) dt = 1$

* Suatu sistem:



Transformasi Laplace

menghindari konvolusi

$y(t) = \text{konvolusi } x(t) \text{ dan } g(t)$

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

$$= \int_{-\infty}^{\infty} x(\tau) g(t-\tau) d\tau$$

$\tau = \text{"tau"}$

Integral KONVOLUSI