

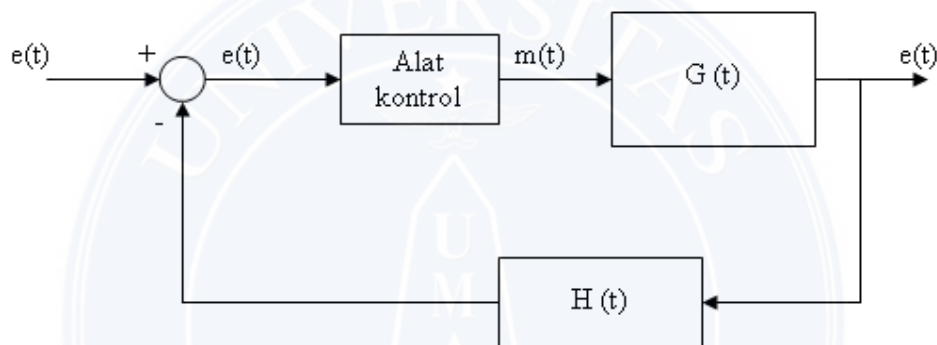
BAB III

ALAT-ALAT KONTROL

3. 1. Alat-alat kontrol

Alat-alat kontrol yang menghasilkan konfigurasi bertingkat yakni dengan menyisipkan pada loop yang sudah ada sehingga merupakan bagian dari penguatan dalam arah maju (forward gain).

Seperti gambar 3.1 berikut :



Gambar 3.1. Pemakaian alat kontrol

Alat kontrol ini terdiri dari kombinasi dua atau tiga jenis sebagai berikut :

- a. Jenis kesebandingan (proportional control) (PI)
- b. Jenis Integral (I)
- c. Jenis Differensial (D)

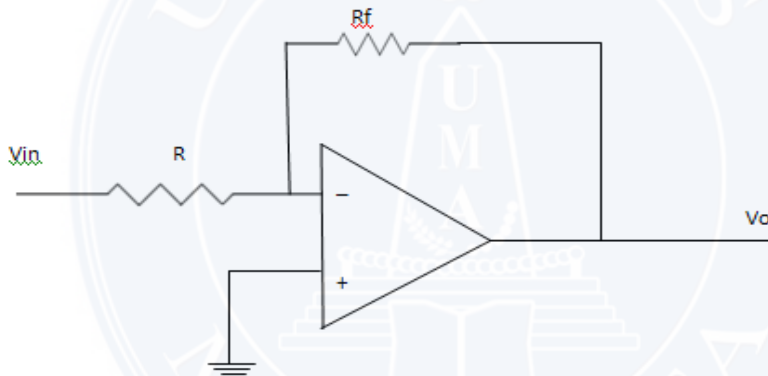
Masukan ke alat pengontrol ini adalah $e(t)$ dengan mengatur alat kontrol maka $m(t)$ yang disebut sinyal penggerak dapat dimodifikasi sehingga menghasilkan respon yang sistem yang diinginkan.

3.2. Alat-alat kontrol proporsional

Pada jenis ini terdapat hubungan keseimbangan antara keluaran terhadap kesalahan yaitu :

$$m(t) = K_p \dots\dots\dots (3.1)$$

Pertambahan harga K akan menaikkan penguatan sistem sehingga dapat digunakan untuk memperbesar kecepatan respon e_{ss} (penyimpangan dalam keadaan menutup). Pemakaian alat jenis ini saja sering tidak memuaskan karena penambahan K akan membuat sistem lebih sensitif, tetapi juga cenderung mengakibatkan ketidakstabilan. Disamping itu penambahan K akan terbatas dan tidak cukup untuk mencapai respon sesuai harga yang diinginkan.



Gambar 3.2 Alat kontrol proporsional

$$V_o \cdot R = R_f V_1 \dots\dots\dots (3.2)$$

$$R_f / R = \text{Konstanta}$$

$$V_o / V_1 = K_p$$

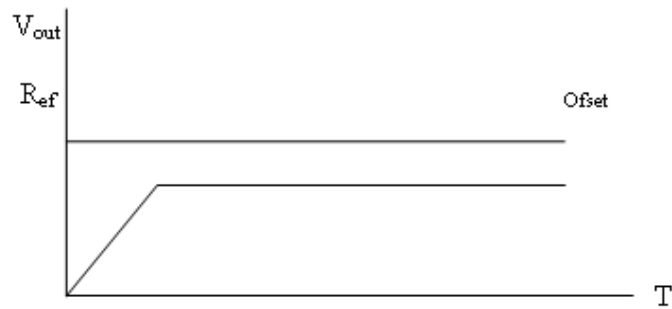
$$V_1 = \text{Error}$$

$$\text{Error} = 1 / K_p \cdot V$$

Maka didapat V_o dari suatu blok kendali

$$V_o = (1 + 1 / K_p) R_f \dots\dots\dots (3.3)$$

Maka karakteristik dari kendali proporsional

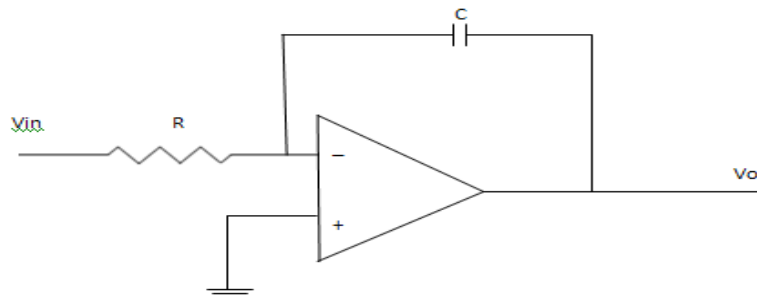


Gambar 3.3 Karakteristik kendali P

Aplikasi dari controller proporsional ini bisa sebagai kontrol pada pengaturan kecepatan motor. Controller P ini mempunyai respon yang cepat, sehingga apabila terjadi kenaikan putaran motor tiba-tiba, maka tegangan keluaran tacho generator tiba-tiba naik dan tegangan summing tiba-tiba naik sehingga keluaran controller tiba-tiba naik sehingga tegangan keluaran konverter tiba-tiba naik. Dengan memakai alat kontrol P maka respon diterima langsung ditanggapi dengan cepat.

3.3. Alat kontrol Integral

Alat kontrol integral ini (integral control) dimaksudkan untuk menghilangkan kesalahan posisi dalam kondisi (steady position error), tanpa mengubah karakteristik frekuensi tinggi dan alat ini dapat dicapai dengan memberikan penguatan tak terhingga pada frekuensi nol yakni pada kondisi mantap.



Gambar 3.4 Alat kontrol integral

$$V_0.R = C.V_1 \dots\dots\dots (3.4)$$

$$V_0(s) = 1 / CR_s.V_1(s) \dots\dots\dots (3.5)$$

$1 / CR_s =$ Konstanta waktu

$$V_0(s) / V_1(s) = 1 / T_1 \dots\dots\dots (3.6)$$

Misalkan $1 / T_1 = K_1$

$$V_0(s) = K_1 / s. V(s) \dots\dots\dots (3.7)$$

Dimana $V_1 =$ fungsi step

$$V_0(s) = K_1 / s.1/s\dots\dots\dots (3.8)$$

$$V_0(t) = t/T \dots\dots\dots (3.9)$$

Maka karakteristik dari kendali 1 adalah



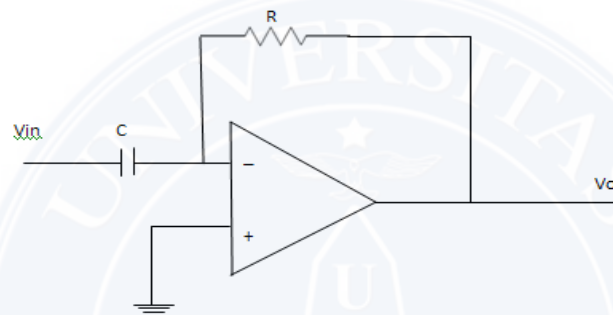
gambar 3.5 Karakteristik kendali 1

3.4. Alat kontrol Differensial (D)

Alat kontrol differensial ini digunakan untuk memperbaiki prestasi respon transient sebuah sistem kontrol. Alat ini selalu disertai oleh tipe proporsional, sedang tipe integral hanya digunakan bila diperlukan.

Alat kontrol tipe D sangat bermanfaat sebab respon terhadap laju perubahan kesalahan menghasilkan koreksi yang berarti sebelum kesalahan tersebut bertambah besar, jadi efeknya adalah menghasilkan tindakan

pengontrolan yang cepat. Hal ini sangat penting bagi sistem kontrol yang perubahan bebannya terjadi secara tiba-tiba, karena dapat menghasilkan sinyal, pengontrolan selama kesalahan berubah. Karena tipe D ini melawan perubahan yang terjadi dalam keluaran yang dikontrol, efeknya adalah menstabilkan sistem loop tertutup dan ini dapat meredam osilasi yang mungkin terjadi. Namun tipe D ini tidak dapat dipakai sendiri saja karena tidak memberi respon terhadap suatu kesalahan dalam kondisi mantap.



Gambar 3.6 Alat kontrol Differensial

$$V_0(s) = R \cdot V_1(s) \cdot C(s) \dots\dots\dots (3.10)$$

C,R = Konstanta penguat differensial

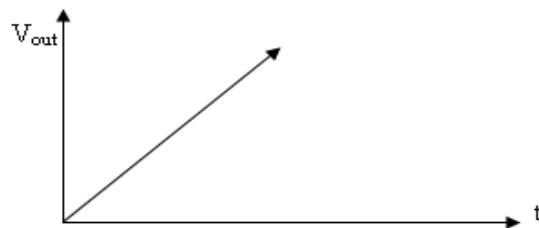
$$V_0(s) = Kd(s) \cdot V_1(s) \dots\dots\dots (3.11)$$

$V_1(s)$ = fungsi step

$$V_0(s) = Kd \cdot s \cdot 1/s \dots\dots\dots (3.12)$$

$$V_0(t) = Kd \dots\dots\dots (3.13)$$

Maka karakteristik kendali differensial adalah



gambar 3.7 Karakteristik kendali Differensial

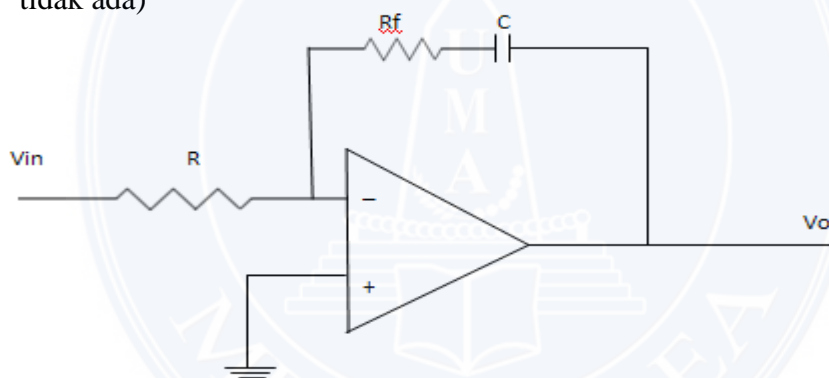
3.5. Tipe proporsional dan integral (PI)

Pada alat kontrol posisi dari setiap alat penggerak ditentukan oleh dua hal yaitu :

- Besarnya nilai kesalahan
- Integral waktu dari sinyal kesalahan atau kesalahan dikendalikan waktu

Besarnya sinyal kesalahan bagian waktu merupakan bagian integral dimana :

- P berfungsi untuk mengatur posisi elemen penggerak sebanding sinyal kesalahan
- I berfungsi untuk mengindra kesalahan yang masih berlangsung (agar offset tidak ada)



Gambar 3.8 Kontrol PI

$$\frac{V_0}{V_i} = \frac{Z_0}{Z_i} \dots\dots\dots (3.14)$$

$$Z_0 = R_f + X_c \dots\dots\dots (3.15)$$

$$Z_i = R_i$$

$$\frac{V_0(s)}{V_i(s)} = \frac{R_f + 1/Cs}{R_i} \dots\dots\dots (3.16)$$

$$\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{R_f}{R_i} (1 + 1/cs \cdot R_f) \dots\dots\dots (3.17)$$

$$\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = Kp(1 + 1/Tis) \dots\dots\dots (3.18)$$

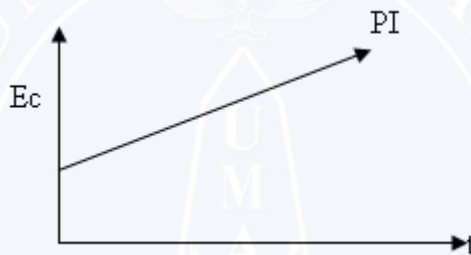
$V_i(s) = \text{fungsi step}$

$$V_o(s) = Kp(1 + 1/Tis)1/s \dots\dots\dots (3.19)$$

$$V_o(s) = Kp(1/s + 1/Tis^2) \dots\dots\dots (3.20)$$

$$V_o(t) = Kp(1 + t/Ti) \dots\dots\dots (3.21)$$

Dari rumus diatas maka grafik dari alat control PI ini dapat digambarkan :



gambar 3.9 Karakteristik PI

Alat kontrol PI merupakan gabungan antara controller P dengan kontroller I. jika kontroller PI digunakan untuk kontroller kecepatan motor, maka jika putaran tiba-tiba naik maka kontroller P langsung menanggapi respon yang diterima oleh kontroller dan mengontrol kesalahan sehingga putaran motor kembali konstant. Namun apabila masih terdapat kesalahan anatar referensi dengan umpan balik maka kontroller I akan mendeteksi kesalahan tersebut dan memperbaikinya sehingga putaran motor sama dengan referensinya.