

# **MODUL P-2**

## **STUDI MODE KONTROL**

### **PADA SISTEM PENGENDALIAN**

### **POSISI MOTOR DC**

## MODUL PRAKTIKUM II

### STUDI MODE KONTROL PADA SISTEM PENGENDALIAN POSISI MOTOR DC

#### A. TUJUAN PRAKTIKUM

- a. Mengidentifikasi fungsi transfer dari open loop sistem
- b. Merancang dan menerapkan kontroler PID (Proportional-Integral- Derivative)
- c. Merumuskan dampak aksi kontrol integral dan derivative pada sistem

#### B. TEORI PENUNJANG

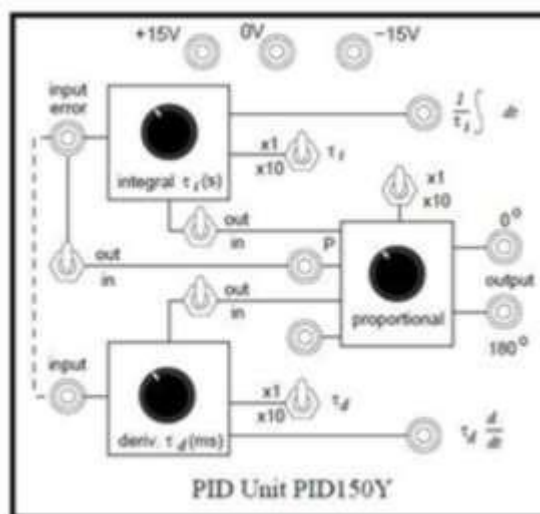
##### 1. Pengendali PID

Pengendali PID - yang merupakan singkatan dari Proporsional, Integral, dan Derivatif – merupakan suatu pengendali dengan mekanisme umpan balik yang biasanya digunakan pada sistem pengendalian pada industri. Sebuah kontroler PID secara kontinyu menghitung nilai kesalahan sebagai beda antara setpoint yang diinginkan dan variabel proses terukur. Dalam hal ini, pengendali PID berguna untuk meminimalkan nilai kesalahan setiap waktu dengan penyetelan variabel kontrol, seperti posisi keran kontrol, damper, atau daya pada elemen pemanas, ke nilai baru yang ditentukan oleh persamaan dibawah ini:

$$u(t) = K_p \left( e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(t) dt + T_d \frac{de(t)}{dt} \right) \dots \dots \dots (1)$$

Dengan  $K_p$ ,  $K_i$ , dan  $K_d$  masing – masing merupakan konstanta proporsional, integral, dan derivatif. Sedangkan,  $e(t)$  dan  $u(t)$  masing – masing merupakan error dan sinyal kontrol (manipulated variabel).

Dalam praktikum ini, digunakan unit PID150Y yang digunakan sebagai unit pengendali analog pada praktikum ini. Unit PID dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Unit PID150Y

Adapun unit PID bekerja dengan cara mengambil sinyal error ‘e’ dan mengkonversikan error tersebut menjadi tegangan perintah Vcom (sebagai sinyal kontrol u) dengan permodelan matematika seperti pada persamaan 1.

Pada unit PID ini terdapat beberapa tuas. Terdapat 3 tuas yang memiliki label ‘in’ dan ‘out’, yang dimana masing – masing tuas tersebut berfungsi untuk menyalakan maupun mematikan unit pada kontrol PI, I, maupun D. Unit PID juga memiliki filter low-pass yang berfungsi untuk mengatenuasi error dari differensiator. Juga, terdapat port pada unit PID yang berfungsi untuk memonitor sinyal dari integrator maupun differensiator secara terpisah.

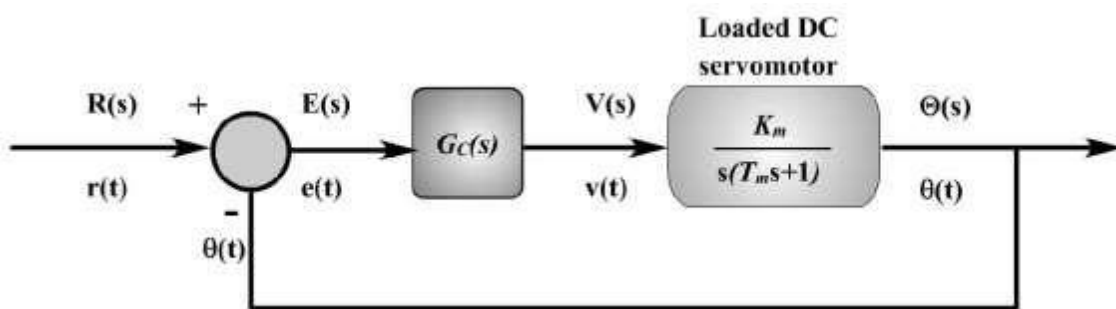
Tiga tuas tersebut sebagai representasi nilai gain kontroler, terdapat penanda posisi “x 1” dan “x 10”, yang dimana menunjukkan bahwa nilai masing – masing nilai pada tuas tersebut dikalikan 1 maupun 10. Terdapat *knob* yang berguna untuk mengendalikan parameter K, Ti, dan Td. Adapun range dari nilai yang dapat diatur dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Tabel 1. Range parameter PID

Component	Switch X 1	Switch X 10
<b>Proportional Gain, <math>K</math></b>	0.1 to 1	1 to 10
<b>Integral Action Time, <math>T_i</math></b>	0.1s to 1s	1s to 10s
<b>Derivative Action Time, <math>T_d</math></b>	1ms to 22ms	10ms to 220ms

Sinyal error dihubungkan ke port bernama “ input error”dan tegangan perintah keluar melalui port “0°”. Jika dibutuhkan tegangan perintah negatif, maka port output yang digunakan adalah “ 180°”.

Gambar 2 menunjukkan loop kontrol posisi untuk motor DC. Beberapa algoritma kontrol yang dinyatakan dalam bentuk fungsi transfer  $G_{BCB}(s)$  dapat digunakan untuk mengontrol posisi shaft, seperti: P control, PI control, dan PID control.



Gambar 2. Loop kontrol posisi

Algoritma kontrol PID melibatkan tiga sinyal kontrol: proportional control, integral control dan derivative control, dituliskan P, I, dan D. Sinyal kontrol dari P bergantung pada eror saat ini, sedangkan sinyal kontrol I bergantung pada akumulasi eror masa lampau. Sinyal kontrol D adalah prediksi dari eror masa depan berdasarkan pada laju perubahan eror saat ini. Penjumlahan dengan bobot tertentu dari ketiga aksi kontrol tersebut digunakan untuk mengatur plant melalui aktuator.

Pada kasus pengetahuan tentang plant (model) tidak ada, kontroler PID controller dinilai paling cocok. Dengan mengatur ketiga parameter pada setiap aksi kontrol, kontroler dapat memberikan aksi kontrol yang menghasilkan respon sesuai dengan kriteria yang ditentukan. Respon kontroler dapat dijabarkan dalam bentuk koresponsifan terhadap eror, nilai overshoot terhadap setpoint, dan level osilasi sistem. Beberapa aplikasi mungkin memerlukan hanya satu aksi kontrol, atau dua aksi kontrol untuk menghasilkan sistem kontrol yang tepat seperti kontroler PI, PD, P atau I. Kontroler PI adalah kontroler yang umum digunakan, karena aksi derivative sensitive terhadap noise pengukuran, sementara tidak adanya aksi integral dapat menghalangi sistem mencapai setpoint.

## **C. METODOLOGI PRAKTIKUM**

### **1. Alat dan Bahan**

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada praktikum ini adalah sebagai berikut:

- a. Operation Amplifier OA150A
- b. Input Potentiometer IP150H
- c. Preamplifier PA150C
- d. Servo Amplifier SA150D
- e. Power Supply PS150E
- f. Motor Tachogenerator GT150F
- g. Output Potentiometer OP150K
- h. Attenuator AU150B
- i. PID Module PID150Y
- j. Unit DAQ, Labview dan PC (untuk monitoring)

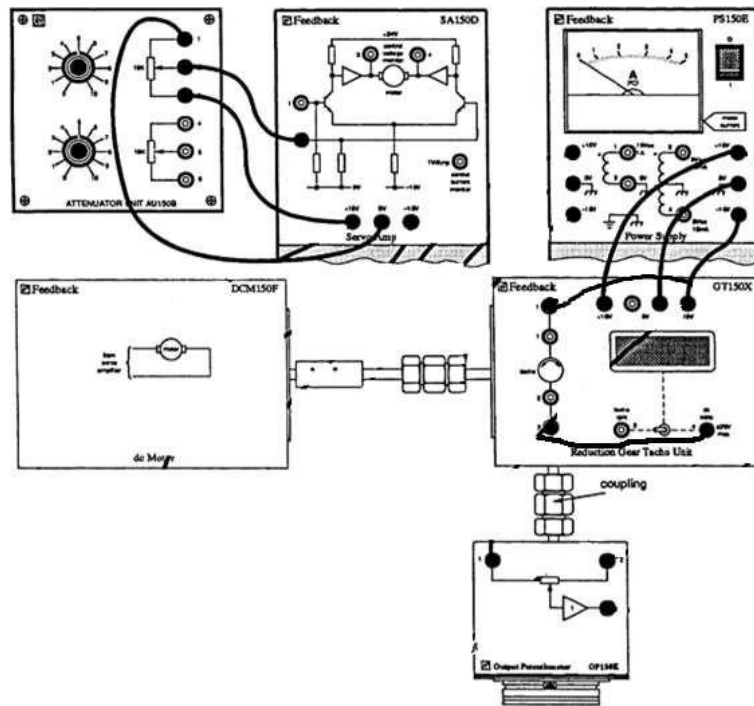
### **2. Langkah Percobaan**

- a. Buka link <https://riset.its.ac.id/praktikum/tf-spo>
- b. Login sesuai username dan password yang sudah terdaftar
- c. Hubungi asisten praktikum yang bersangkutan
- d. Lakukan teleconference satu kelompok sesuai dengan link yang diberikan asisten
- e. Selalu konfirmasi ke asisten sebelum melakukan tiap langkah percobaan

Dalam praktikum pengendalian posisi ini, terdapat dua macam percobaan, yaitu pengendalian posisi motor DC dengan identifikasi plant, Proporsional, mode PI, dan mode PID.

## 2.1 Identifikasi plant dengan loop terbuka

Dalam percobaan open loop yang telah dilakukan pada praktikum P1, didapatkan fungsi transfer plant yang akan digunakan untuk menentukan fungsi transfer close loop PID. Digunakan rangkaian seperti pada gambar berikut

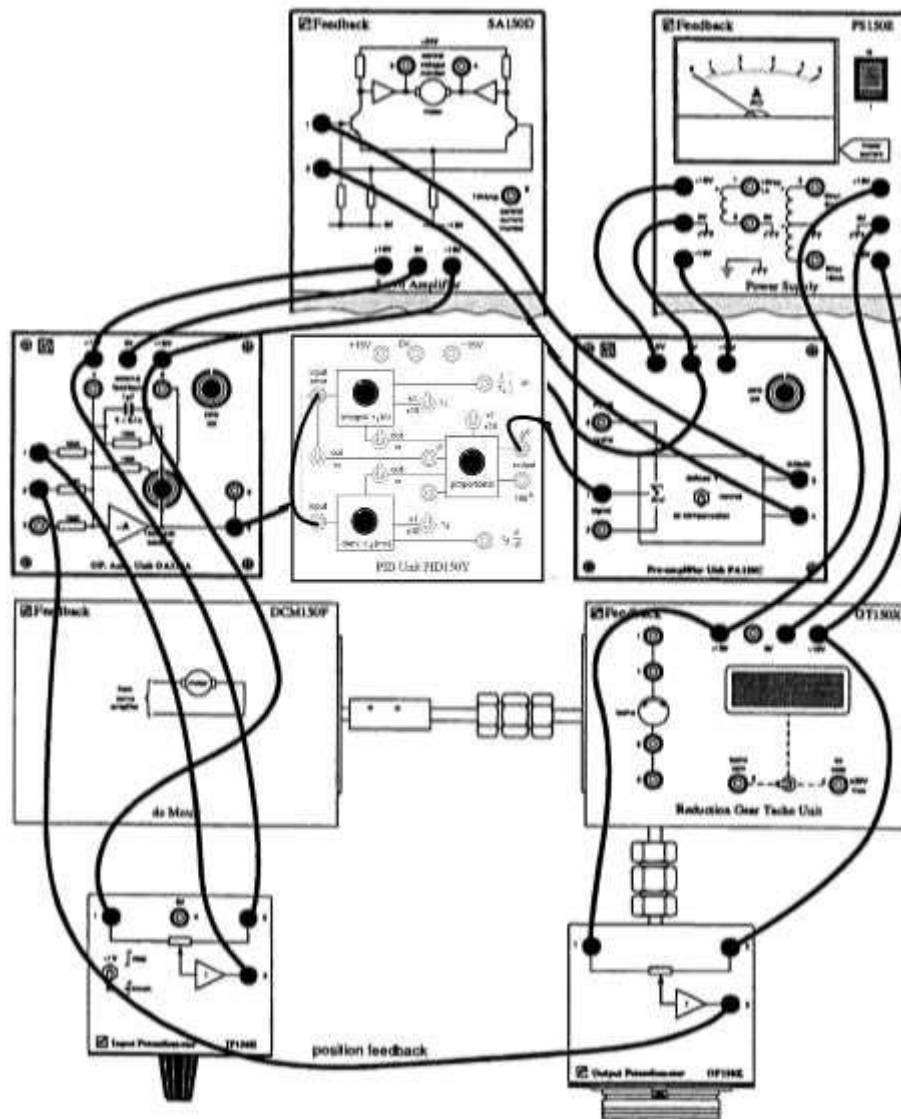


Gambar 3. Open Loop Sistem

- Putar attenuator untuk memberikan input pada motor click “enter”
- Perhatikan grafik yang dihasilkan
- Setelah itu download data dalam bentuk excel
- Lakukan kembali langkah pertama dengan nilai attenuator yang berbeda jika dirasa perlu

## 2.2 Identifikasi Kontroler Proporsional

Pada percobaan berikutnya akan dilakukan identifikasi pengendalian menggunakan kontroler mode Proporsional, mode PI, dan mode PID. Digunakan rangkaian sebagai berikut



Gambar 4. Rangkaian pengendali posisi motor DC close-loop

- Kondisikan motor pada keadaan 'on'
- Posisikan setpoint pada sudut 150
- Berikan gain proporsional sebesar 0.01
- Berikan gain integral dan derivative nilai 0
- Click 'enter'
- Perhatikan response sistem
- Matikan motor dengan merubah switch menjadi 'off'
- Click 'enter'
- Ulangi langkah 2 sampai 8 dengan menggunakan gain proporsional 0.05 dan 0.1
- Download hasil pembacaan dalam bentuk excel

### 2.3 Identifikasi Kontroler PI

- a. Kondisikan motor pada keadaan 'on'
- b. Posisikan setpoint pada sudut 150
- c. Berikan gain proporsional sebesar 0.01
- d. Berikan gain integral sebesar 1
- e. Berikan gain derivative sebesar 0
- f. Click 'enter'
- g. Perhatikan response sistem
- h. Matikan motor dengan merubah switch menjadi 'off'
- i. Click 'enter'
- j. Ulangi langkah 2 sampai 8 dengan menggunakan gain integral 5 dan 10
- k. Download hasil pembacaan dalam bentuk excel

### 2.4 Identifikasi Kontroler PID

- a. Kondisikan motor pada keadaan 'on'
- b. Posisikan setpoint pada sudut 150
- c. Berikan gain proporsional sebesar 0.01
- d. Berikan gain integral sebesar 1
- e. Berikan gain derivative sebesar 2
- f. Click 'enter'
- g. Perhatikan response sistem
- h. Matikan motor dengan merubah switch menjadi 'off'
- i. Click 'enter'
- j. Ulangi langkah 2 sampai 8 dengan menggunakan gain integral 10 dan 20
- k. Download hasil pembacaan dalam bentuk excel

### TUGAS PENDAHULUAN

1. Cari hubungan antara kedecepatan ( $\omega$ ) dan posisi ( $\theta$ )
2. Turunkan fungsi transfer dari kontroler P, PI, dan PID
3. Cari jenis jenis transfer function berdasarkan orde-nya



## TUGAS KHUSUS

1. Tentukan fungsi transfer open loop dari kecepatan ( $\omega$ )
2. Setelah mendapatkan fungsi transfer kecepatan ( $\omega$ ), carilah fungsi transfer dari posisi ( $\theta$ )
3. Bandingkan kurva respon step percobaan yang diperoleh untuk percobaan kontrol posisi dengan kontroler P, PI, dan PID. Berikan ulasan pada nilai eror kondisi mantap (*steady state error*), perilaku osilasi (*stability*), dan kecepatan respon (*rise time*). Tunjukkan parameter performansi respon dinamik pada setiap kurva yang dihasilkan.
4. Simpulkan jenis plant yang ada pada praktikum berdasarkan fungsi transfer yang di dapat