

# **MODUL P-1**

## **PENGENDALIAN POSISI MOTOR DC**

### **MENGGUNAKAN SISTEM OPEN LOOP**

### **DAN CLOSED LOOP**

# MODUL PRAKTIKUM I

## PENGENDALIAN POSISI MOTOR DC DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM PENGENDALIAN OPEN LOOP DAN CLOSED LOOP

### A. TUJUAN PRAKTIKUM

- 1) Mengamati operasi dari sistem pengendalian posisi dengan struktur loop terbuka.
- 2) Mengetahui kegunaan dari umpan balik closed-loop pada sistem pengendalian posisi.
- 3) Mengamati operasi dan cara kerja dari sistem pengendalian dengan struktur loop tertutup.

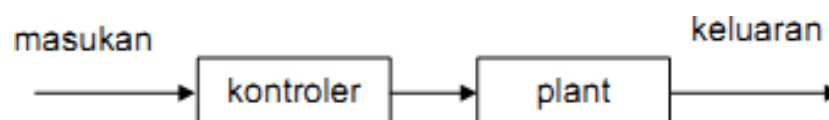
### B. TEORI PENUNJANG

#### 1. SISTEM KENDALI

Sistem kendali dapat dikategorikan dalam beberapa katagori yaitu sistem kendali secara manual dan otomatis, sistem kendali tertutup dan terbuka.

##### 1.1 Sistem kendali terbuka (*open loop*)

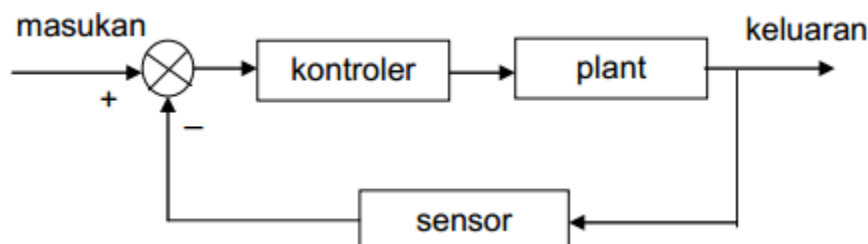
Sistem Kendali Loop Terbuka adalah suatu sistem kendali yang keluarannya tidak akan berpengaruh terhadap aksi kendali. Sehingga keluaran sistem tidak dapat diukur dan tidak dapat digunakan sebagai perbandingan umpan balik dengan masukan. Jadi pada setiap masukan didapatkan suatu kondisi operasi yang tetap. Sedangkan ketelitiannya akan tergantung pada kalibrasi. Dalam prakteknya sistem kendali loop terbuka dapat digunakan jika hubungan output dan inputnya diketahui serta tidak adanya gangguan internal dan eksternal. Konstruksinya sederhana dan perawatannya mudah dan lebih murah, tidak ada persoalan kestabilan cocok untuk keluaran yang sukar diukur/tidak ekonomis (contoh : untuk mengukur kualitas keluaran pemanggang roti).



Gambar 1. Sistem Kendali Loop Terbuka

## 1.2 Sistem kendali tertutup (*closed loop*)

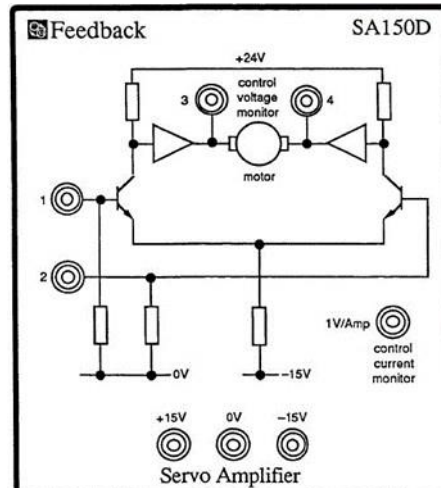
Sistem kendali loop tertutup adalah suatu sistem yang keluarannya berpengaruh langsung terhadap aksi kendali. Yang berupaya untuk mempertahankan keluaran sehingga sama bahkan hampir sama dengan masukan acuan walaupun terdapat gangguan pada sistem. Jadi sistem ini adalah sistem kendali berumpan balik, dimana kesalahan penggerak adalah selisih antara sinyal masukan dan sinyal umpan balik (berupa sinyal keluaran dan turunannya) yang diteruskan ke pengendali / controller sehingga melakukan aksi terhadap proses untuk memperkecil kesalahan dan membuat agar keluaran mendekati harga yang diinginkan.



Gambar 2. Sistem Kendali Loop Tertutup.

## 2. SERVO AMPLIFIER

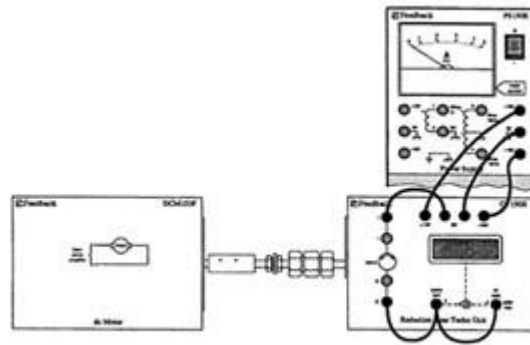
Servo amplifier adalah unit pengatur motor, tersusun atas kumpulan transistor yang mengendalikan motor pada dua arah: searah jarum jam maupun berlawanan jarum jam. Untuk menghindari kelebihan beban (*overloading*), terdapat rangkaian pengukur arus motor yang dilengkapi komponen proteksi dengan arus beban maksimum 2A. Gambar 3. menunjukkan susunan dari unit ini. Jika tegangan pada salah satu dari dua input dinaikkan, maka arus yang melewati salah satu transistor akan naik (dan demikian juga tegangan pada kolektornya akan turun). Namun, karena jumlah arus emitter adalah tetap, hal ini berarti arus pada transistor lainnya harus dikurangi (dan demikian juga tegangan pada kolektornya akan naik). Sebagai akibatnya, muncul beda tegangan sepanjang kedua kolektor tersebut yang kemudian menjadi input bagi rangkaian *power amplifier* untuk menghasilkan arus tinggi. Arus tinggi ini mengendalikan rangkaian armatur motor.



Gambar 3. Susunan unit servo amplifier

Motor magnet permanen DC memiliki kumparan armatur tunggal dan tangkai panjang (*extended shaft*) tempat dimana piringan rem magnetik dapat diletakkan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Piringan aluminium tersebut berotasi diantara kutub magnet unit pembebanan, sehingga arus eddy yang dibangkitkan menghasilkan efek pengereman. Kekuatan dari pengereman magnetik – yang merepresentasikan torsi beban – dapat diatur dengan posisi magnet unit pembebanan.

Motor juga dihubungkan dengan unit tacho yang dilengkapi dengan roda gigi pereduksi (*reduction gear tacho unit*) menggunakan kopling heksagonal (lihat Gambar 5.2). Arah dan kecepatan motor bergantung pada besarnya tegangan yang diberikan pada input servo amplifier. Ketika motor berputar, rangkaian armatur membangkitkan tegangan balik ‘*back-emf*’ yang berlawanan dengan tegangan pengendali  $V_{in}$ . Akibatnya, arus armatur menjadi proporsional terhadap  $(V_{in} - E)$ . Sayangnya tidak ada pengukur arus armatur dalam perangkat ini. Jika kecepatan turun (akibat pembebanan),  $E$  juga akan turun, arus menjadi naik dan demikian juga torsi motor akan naik. Dengan demikian terjadi perlawanan terhadap penurunan kecepatan (*speed drop*). Mode kontrol ini disebut ‘kontrol armatur’ dan menghasilkan kecepatan yang proporsional dengan  $V_{in}$ . Jadi  $V_{in}$  adalah sinyal kontrol dalam rangka mengatur kecepatan motor.



Gambar 4. Susunan motor DC dan unit tacho

Unit tacho terdiri atas kotak roda gigi pereduksi kecepatan (*speed reduction gear box*) dengan rasio 30/1 dari tangkai input kecepatan tinggi ke tangkai output kecepatan rendah, dan sebuah generator tacho DC yang digerakkan oleh tangkai kecepatan tinggi. Generator tacho menghasilkan output yang ditampilkan pada panel bagian atasnya. Panel tersebut dapat digunakan untuk menampilkan langsung kecepatan tacho dalam rad/min (rpm) atau memonitor tegangan DC dalam volt (V).

## C. METODOLOGI PRAKTIKUM

### 1. Alat dan Bahan

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

- Operational Amplifier ( OA150A )
- Attenuator ( AU150B )
- Pre – Amplifier ( PA150C )
- Servo Amplifier ( SA150D )
- Power Supply ( PS150E )
- Motor DC ( DCM150F )
- Potensiometer Input dan Output ( IP150H dan OP150K )
- Unit Tacho Reduction Gear ( GT150X )
- Multimeter
- Laptop/PC dengan koneksi internet dan internet browser

## 2. Langkah Percobaan

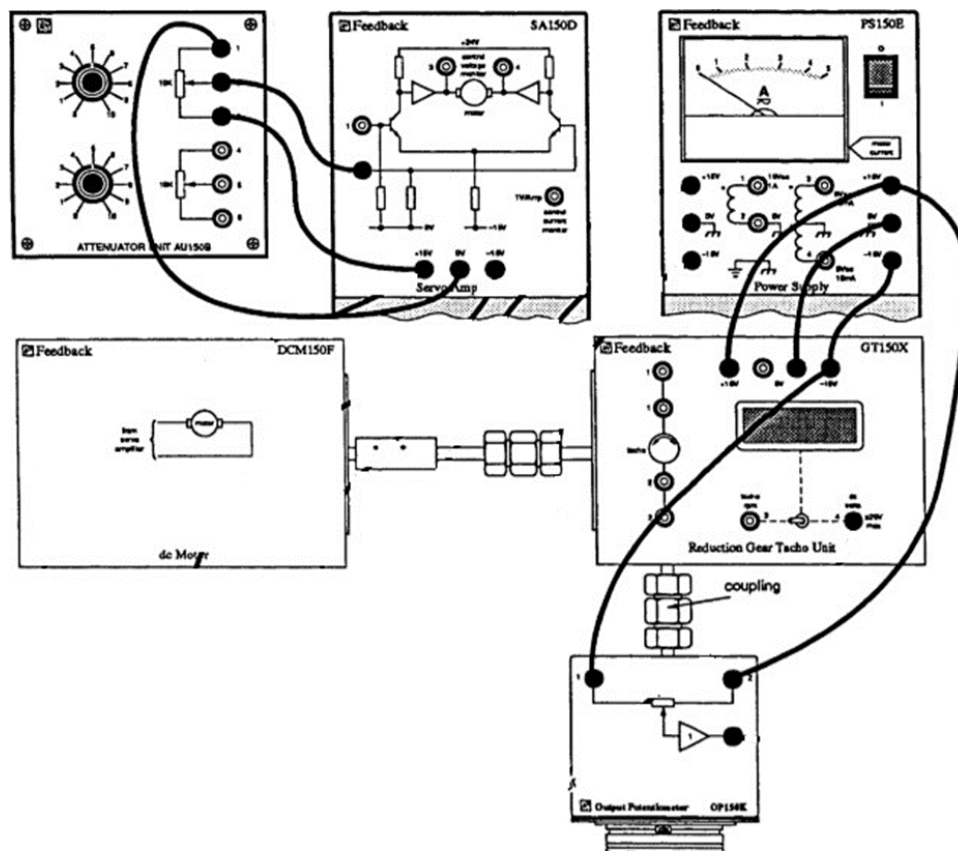
1. Buka link <https://riset.its.ac.id/praktikum/tf-spo>
2. Login sesuai username dan password yang sudah terdaftar
3. Hubungi asisten praktikum yang bersangkutan
4. Lakukan teleconference satu kelompok sesuai dengan link yang diberikan asisten
5. Selalu konfirmasi ke asisten sebelum melakukan tiap langkah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

Dalam percobaan ini terdapat tiga percobaan, yaitu percobaan pengendalian posisi dengan menggunakan dua struktur, yaitu dengan struktur terbuka dan tertutup, serta pegujian error.

Adapun langkah percobaan dari masing – masing percobaan adalah sebagai berikut :

### 2.1 Pengendalian Posisi Open Loop

Pada percobaan ini dilakukan pengendalian posisi (sudut) pada motor dengan skema open loop atau dengan cara manual. Digunakan rangkaian seperti pada gambar berikut



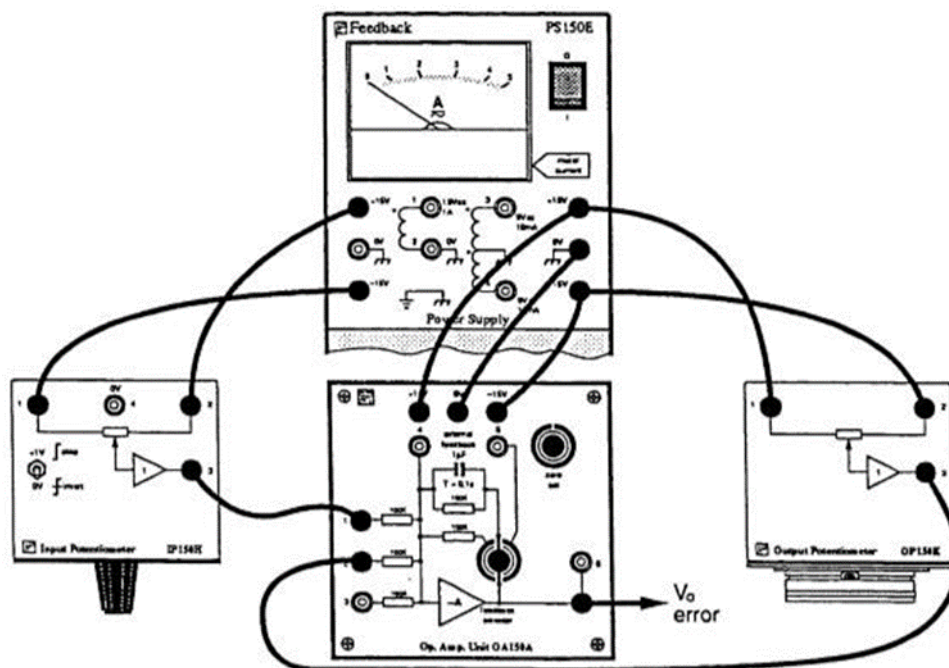
Gambar 4. Rangkain Pengendalian Posisi Openloop

Langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut

1. Putar nilai attenuator menuju nilai lebih besar dari 0 dan click enter
2. Ketika posisi motor sudah mendekati sudut 150, putar attenuator menuju 0, dan click enter.  
(Jika motor bergerak terlalu cepat maka ulangi langkah 1 dengan nilai yang lebih kecil)
3. Catat hasil bacaan output potentiometer pada lembar kerja.
4. Ulangi langkah 1-3 dengan sudut 200, 250, 300, dan 350.
5. Download hasil lembar kerja.

## 2.2 Pengujian Error

Uji error merupakan percobaan untuk membandingkan bacaan nilai antara potensiometer output (sebagai sensor) dan potensiometer input (sebagai setpoint). Digunakan rangkaian sebagai berikut



Gambar 5. Rangkain Pengujian Error

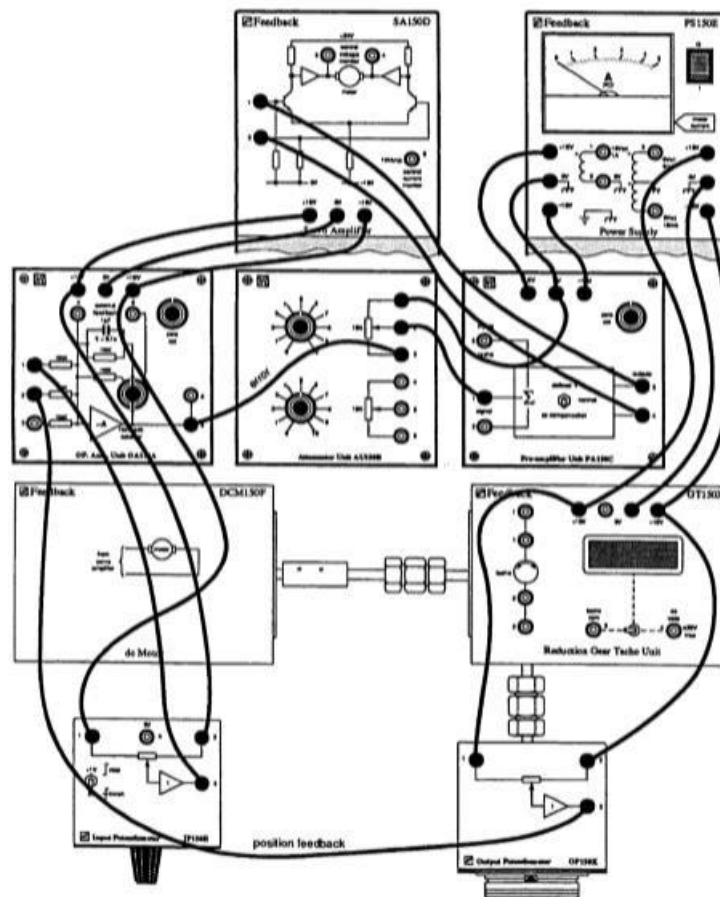
Langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut

1. Pastikan angka pada *output potentiometer* adalah 150, jika belum maka minta asisten untuk merubahnya.
2. Putar *input potentiometer* pada sudut 150 dan click tombol enter.
3. Perhatikan nilai tegangan yang terbaca pada multimeter, tuliskan pada lembar kerja .
4. Ulangi langkah tersebut 1-4 untuk sudut 200, 250, 300, dan 350.
5. Download data lembar kerja.



## 2.3 Pengendalian Posisi Closed Loop

Pada percobaan ini dilakukan pengendalian posisi (sudut) pada motor dengan skema close loop. Digunakan rangkaian sebagai berikut



Gambar 6. Rangkain Pengendali Posisi Closed - Loop.

Langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut

1. Putar Input potentiometer menuju sudut 150 dan click enter
2. Catat hasil pada lembar kerja
3. Lakukan langkah 1 dan 2 dengan sudut 200, 250, 300, dan 350.
4. Download data lembar kerja



## **TUGAS PENDAHULUAN**

1. Jelaskan apa itu Attenuator, cara kerja, serta kegunaannya?
2. Jelaskan apa itu Pre - Amplifier, cara kerja, serta kegunaannya?
3. Jelaskan apa yang dimaksud Controlled Variable, Manipulated Variable, Set Point, Measured Variable, dan error?

## **TUGAS KHUSUS**

1. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, jelaskan apa saja kekurangan dan kelebihan dari sistem open – loop dan closed – loop?
2. Jelaskan apa saja elemen penyusun dari sistem pengendalian closed – loop pada praktikum ini? Selain itu, buat juga diagram blok pengendaliannya dari komponen tersebut!
3. Selain itu, jelaskan juga beberapa variabel pengendalian apa saja yang terdapat dalam sistem pengendalian?