

**MODUL P-1**

**PENGENDALIAN POSISI MOTOR DC**

**DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM**

**PENGENDALIAN 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.

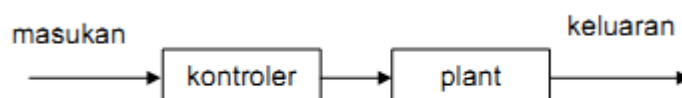
#### B. TEORI PENUNJANG

##### 1. SISTEM KENDALI

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

##### *I. Sistem kendali terbuka (open loop)*

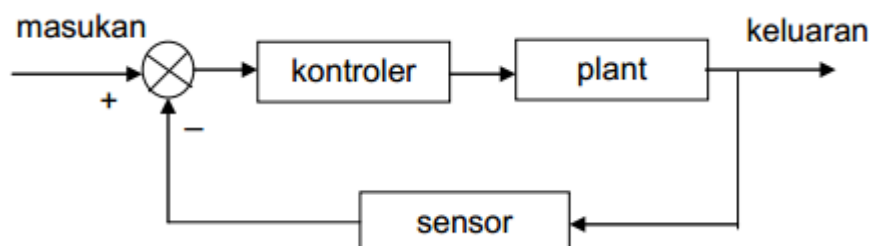
Sistem Kendali Loop Terbuka adalah suatu sistem kendali yang keluarannya tidak akan berpengaruh terhadap aksi kendali. Sehingga keluaran sistem tidak dapat diukur dan tidak dapat digunakan sebagai perbandingan umpan balik dengan masukan. Jadi pada setiap masukan didapatkan suatu kondisi operasi yang 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

## II. 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.

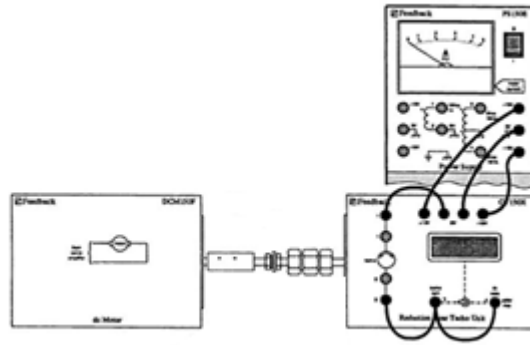


Gambar 2. Sistem Kendali Loop Tertutup.

## 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 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:

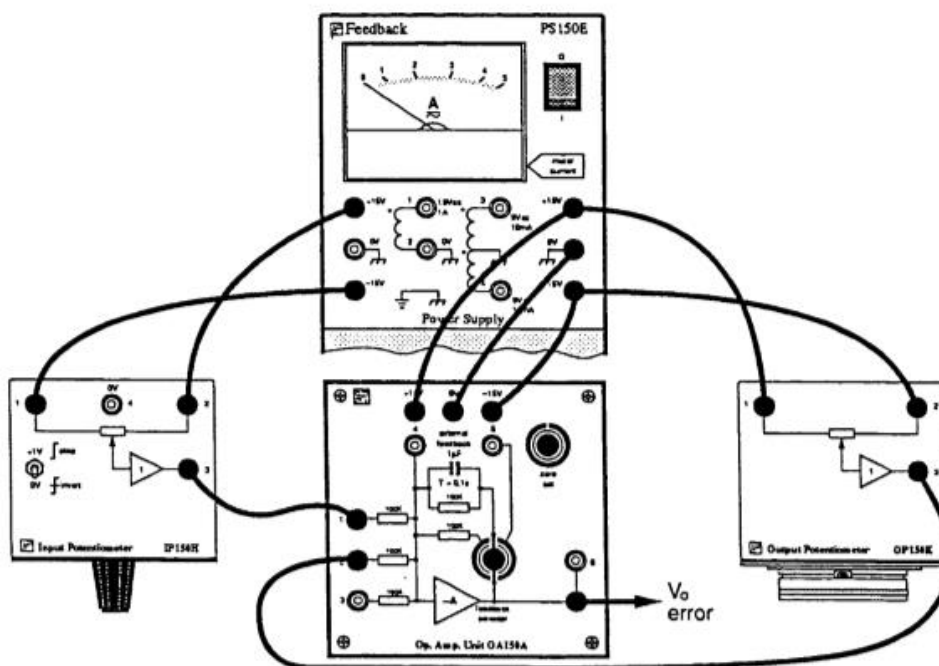
- a) Operational Amplifier ( OA150A )
- b) Attenuator ( AU150B )
- c) Pre – Amplifier ( PA150C )
- d) Servo Amplifier ( SA150D )
- e) Power Supply ( PS150E )
- f) Motor DC ( DCM150F )
- g) Potensiometer Input dan Output ( IP150H dan OP150K )
- h) Unit Tacho Reduction Gear ( GT150X )
- i) Avometer

## 2. Langkah Percobaan

Dalam percobaan ini terdapat tiga percobaan, yaitu percobaan pengendalian posisi dengan menggunakan dua struktur, yaitu dengan struktur terbuka dan tertutup, serta pengujian error. Adapun langkah percobaan dari masing – masing percobaan adalah sebagai berikut :

### Pengujian Error

Untuk percobaan ini, dirangkai rangkaian pengendali posisi untuk pengendalian posisi seperti pada gambar 4.



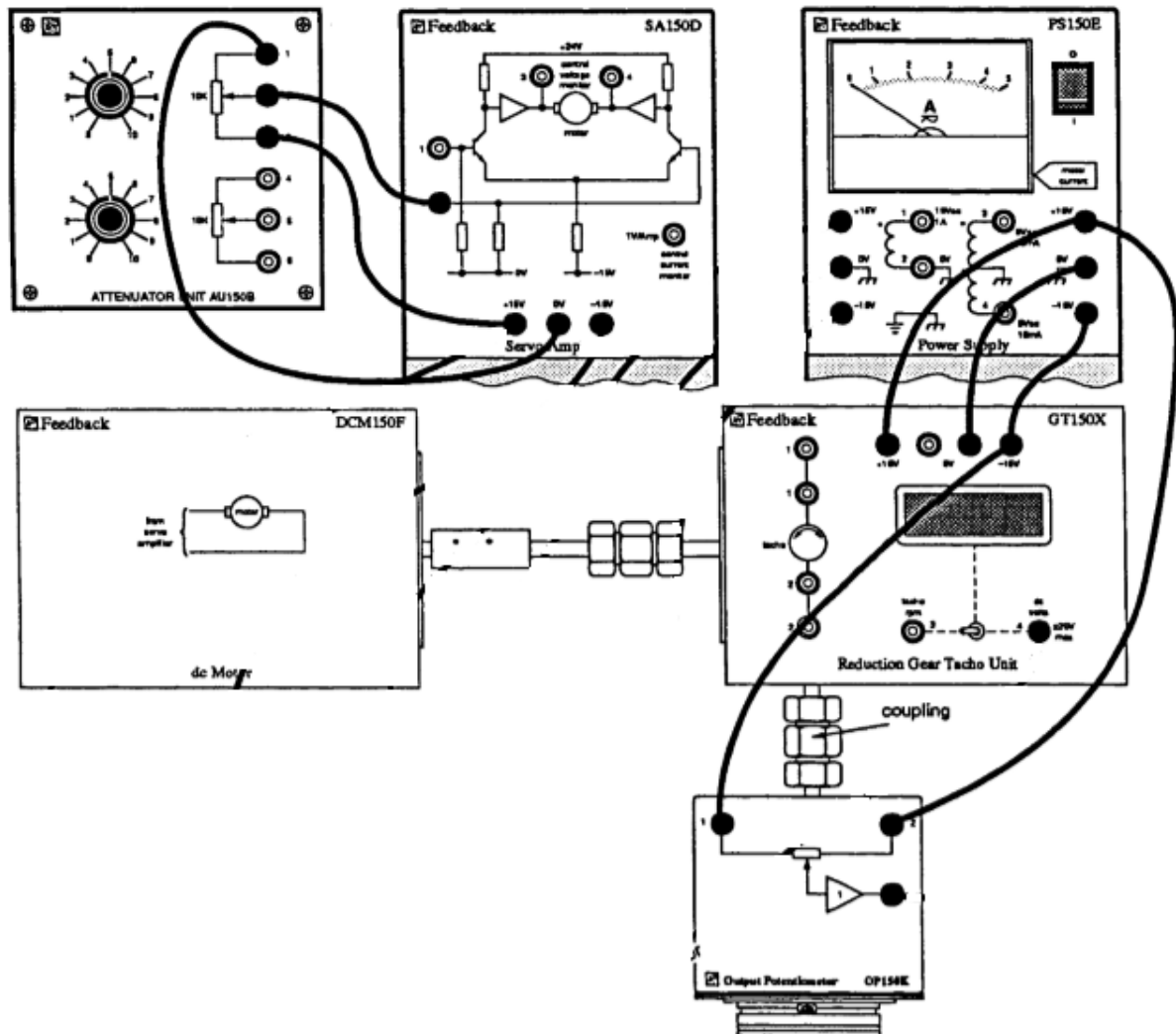
Gambar 4. Rangkain Pengujian Error

1. Setelah itu, tempatkan OA150A, PS150E, IP150H, dan OP150K pada papan komponen.
2. Sambungkan catu daya ke sumber listrik utama, dan jangan dinyalakan dulu.
3. Atur selektor umpan balik pada saklar OA150a ke nilai resistor 100k Ohm
4. Putar potensiometer input ke 0 dan putar juga potensiometer output ke nilai 0. Kemudian, ukur keluaran  $V_o$  dengan menggunakan Avometer.
5. Jika bacaan  $V_o$  pada Avometer belum 0 , maka putarlah tuas Zero Set pada Op-Amp sampai bacaan  $V_o$  mencapai 0.
6. Ulangi langkah 4), tapi dengan sudut 90 derajat. Ukur nilai keluaran  $V_o$ .

7. Lalu, bandingkan hasil keluaran dari langkah 6) dengan langkah 4).
8. Amati hasilnya dan ambilah kesimpulan.

### Kontrol Posisi Open Loop

1. Untuk percobaan ini, dirangkai rangkaian pengendali posisi dengan struktur loop terbuka seperti pada 5.



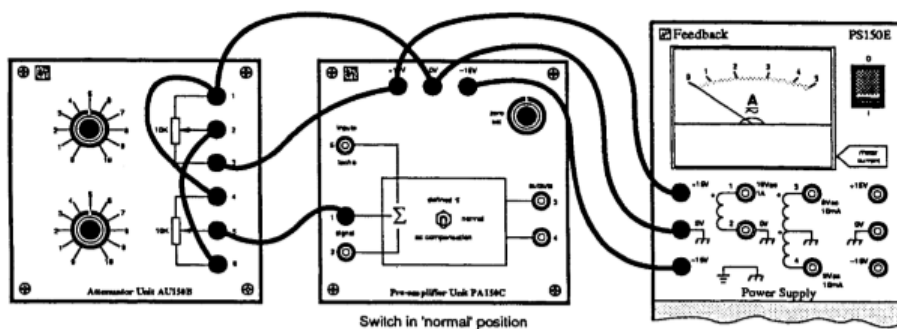
Gambar 5. Rangkain Pengendali Posisi Open – Loop.

2. Tempatkan AU150B, SA150D, dan DCM150F ke papan komponen.
3. Sambungkan colokan dari Amplifier Servo ke catu daya.
4. Sambungkan colokan dari unit motor DC ke Amplifier Servo.

5. Tempatkan GT150X ke baseplate dan posisikan sehingga tersambung dengan shaft motor dengan menggunakan coupling fleksibel pada shaft kecepatan tinggi.
6. Gunakan coupling push-on untuk menyambungkan shaft kecepatan rendah GT150X ke potensiometer output seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.
7. Putar tuas dari AU150B berlawanan jarum jam sampai motor mulai berputar, lalu catat nilai skala AU150B ketika motor mulai berputar, dan arah berputarnya motor.
8. Setelah itu, kembalikan nilai dari potensiometer keluaran menjadi 0 dengan memutar shaft kecepatan tinggi GT150X.
9. Tentukan arah putar yang diinginkan dari potensiometer output dan putar AU150B ke nilai awal ketika motor mulai bergerak. Ketika jarum penunjuk skala mulai mendekati sudut yang ditentukan, kurangi nilai sinyal input sehingga jarum penunjuk berhenti pada titik yang ditentukan.
10. Amati hasilnya, dan beri kesimpulan.

### Kontrol Posisi Close Loop

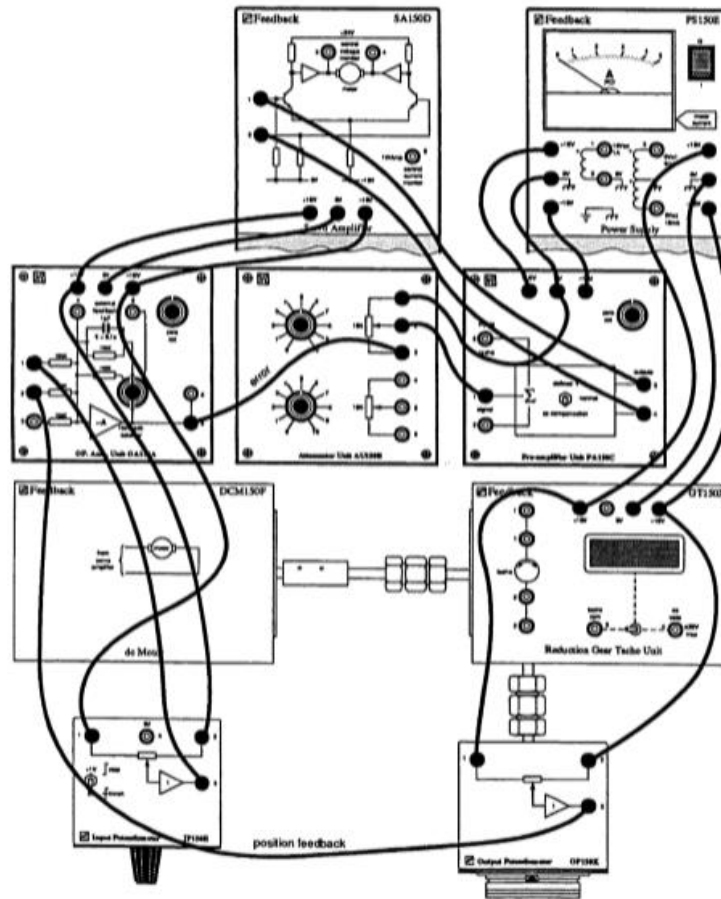
1. Untuk percobaan ini, pertama – tama dirangkai dulu rangkaian pre-amplifier terlebih dahulu seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Rangkain Pre - Amplifier.

2. Setelah itu, tempelkan OA150A, DCM150F, IP150H, dan OP150K ke papan komponen.
3. Sambungkan colokan Amplifier Servo ke Power supply, dan unit motor ke Amplifier Servo seperti pada gambar rangkaian dibawah ini.





Gambar 7. Rangkain Pengendali Posisi Close - Loop.

4. Percobaan ini menggunakan keluaran sinyal error  $V_o$  dari Op-Amp untuk menggerakkan potensiometer output melalui Pre-Amp dan motor.
5. Gunakan output dari PA150C untuk mengendalikan putaran motor melalui Servo Amplifier menggunakan sinyal error dari OA150A yang melalui Attenuator.
6. AU150B dapat digunakan sebagai gain control dan diatur pada nilai 0 sebelum menyalakan catu daya. Aturlah PA150C pada nilai 0 sehingga motor tidak berputar.
7. Lalu, aturlah IP150H pada sudut 0 derajat dan tingkatkan pengaturan gain control pada Pre – Amplifier, lalu amati sudut yang ditampilkan pada Potensiometer Output. Jika jarum indikator potensiometer output tidak berhenti pada nilai yang sama dengan potensiometer input, maka aturlah gain control sehingga perbedaan nilai dari potensiometer input dan output semakin kecil.
8. Ulangi langkah 7) untuk sudut Potensiometer Input 90 derajat, dan catat hasilnya dengan menggunakan tabel dibawah ini.

Output cursor position in degrees		
Required	Actual	Misalignment

9. Bandingkan hasil dari percobaan 7) dan 8, lalu berikan penjelasan dan kesimpulan dengan mengacu pada hasil percobaan Uji Error.

### 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?
4. Tentukan persamaan sinyal kontrol yang digunakan pada praktikum ini, dan sebutkan dari komponen apa saja parameter pada persamaan sinyal kontrol tersebut?