

## **Kegiatan 2 : STARTING MOTOR ARUS SEARAH DENGAN MENGUNAKAN TAHANAN**

### **2.1. Latar Belakang**

Mahasiswa perlu mengetahui aspek starting motor arus searah (Direct Current = DC) karena starting motor DC merupakan ilmu dasar yang wajib dikuasai oleh mahasiswa dalam penerapan di lapangan. Oleh karena itu, diperlukan alat bantu praktikum starting motor DC yang aplikatif.

Alat bantu praktikum ini merupakan alat bantu khusus sehingga tidak banyak produsen alat-alat laboratorium yang membuat alat ini untuk kepentingan akademis karena bersifat kasus rancangan. Sehingga, alat ini harus dibuat sendiri.

Berdasarkan kenyataan tersebut maka penulis berencana untuk membuat alat start motor DC untuk menjawab segala permasalahan yang telah diutarakan di atas. Dengan bantuan alat ini, diharapkan nantinya dapat mengatasi permasalahan-permasalahan yang telah terjadi. Disamping itu, alat ini juga dapat digunakan sebagai alat bantu pembelajaran maupun dalam pengerjaan tugas akhir mahasiswa.

Oleh karena itu, Tim Laboratorium Sistem Kendali berencana untuk mendayagunakan Laboratorium Sistem Kendali sebagai wadah untuk melakukan perencanaan, penelitian dan pengujian alat yang akan dibuat. Disamping itu, mahasiswa akan lebih mengerti aspek dan pemilihan nilai tahanan untuk starting motor DC.

### **2.2. Tujuan**

Penelitian ini merancang dan membuat alat starting motor arus searah dengan menggunakan tahanan pada Laboratorium Sistem Kendali.

Tujuan dari penelitian adalah untuk :

- a. Mengidentifikasi kondisi starting motor yang aman, sesuai dengan kapasitas maksimum daya motor.
- b. Memformulasikan besaran resistansi *starting* yang harus ditambahkan ke motor tersebut.

- c. Merumuskan konfigurasi peletakan resistansi *starting* pada rangkaian pengawatan untuk membentuk *step-step starting* motor yang diinginkan sesuai dengan jangkauan kapasitas daya motor tersebut.

### 2.3. Permasalahan

Permasalahan dalam pencapaian hasil penelitian ini yaitu :

- a. Bagaimana mengidentifikasi kondisi starting motor yang aman (baik motor DC dengan daya kecil ataupun motor DC dengan daya besar), sesuai dengan kapasitas maksimum daya motor (disebut arus nominal beban penuh).
- b. Bagaimana memformulasikan besaran resistansi *starting* yang harus ditambahkan ke motor tersebut agar arus starting pada saat motor “dihidupkan” dapat direduksi mendekati ideal-nya.
- c. Bagaimana merumuskan konfigurasi peletakan resistansi *starting* pada rangkaian pengawatan untuk membentuk *step-step starting* motor yang diinginkan sesuai dengan jangkauan kapasitas daya motor tersebut.

### 2.4. Luaran

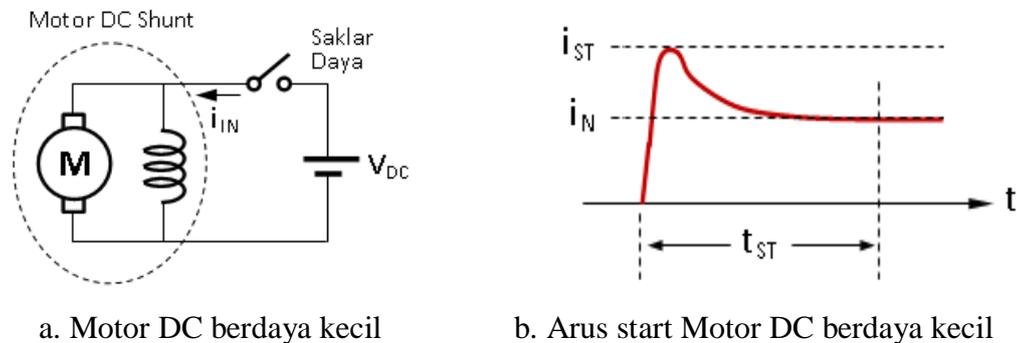
Sedangkan Luaran yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Laporan Penelitian tentang alat starting motor arus searah dengan menggunakan tahanan pada Laboratorium Sistem Kendali.
2. Artikel ilmiah yang siap dipublikasikan ke jurnal.

### 2.5. Starting Motor DC

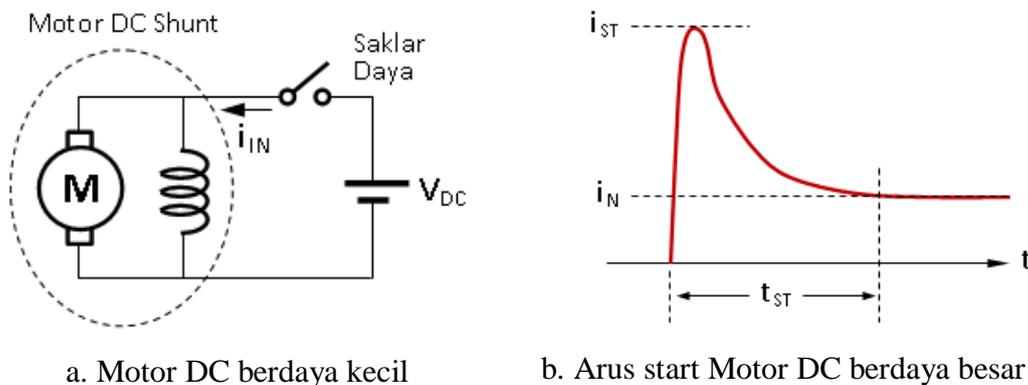
Bila sebuah motor arus searah langsung dihubungkan dengan jaringan, maka pada saat pertama itu tahanan balik yang dibangkitkan adalah nol sehingga tahanan angker yang kecil, langsung dihadapkan pada tegangan jaringan yang penuh. Arus yang dibangkitkan hanya ditentukan oleh koefisien dari tegangan jepit dan tahanan dari angkernya. Maka arus hubungan pendek ini pada umumnya bernilai tinggi sekali. Hal ini akan merusak belitan jangkar, komutator, dan sikat arang. Agar arus starting kecil, maka ditambahkan tahanan depan pada rangkaian. Setelah motor berputar sampai dicapai putaran nominalnya tahanan depan tidak difungsikan lagi.

Untuk menghidupkan Motor DC yang mempunyai daya yang kecil, dapat dilakukan dengan cara menghubungkannya langsung ke sumber tegangan searah atau melalui Saklar Daya. Gambar rangkaian Motor DC dengan daya kecil dan arus starting yang dihasilkan oleh Motor DC berdaya kecil, ditunjukkan oleh gambar 11.



Gambar 11. Rangkaian Motor DC berdaya kecil dan arus start yang dihasilkan

Pada Motor DC berdaya besar maka jika dihidupkan dengan cara langsung maka dikuatirkan bisa merusak motor, akibat terpaan arus starting yang menyertainya. Gambar rangkaian Motor DC dengan daya besar dan arus starting yang dihasilkan oleh Motor DC berdaya besar, ditunjukkan oleh gambar 12. Kondisi motor DC pada saat ini yaitu kondisi saat arus start diberikan tetapi tidak menggunakan tahanan depan.

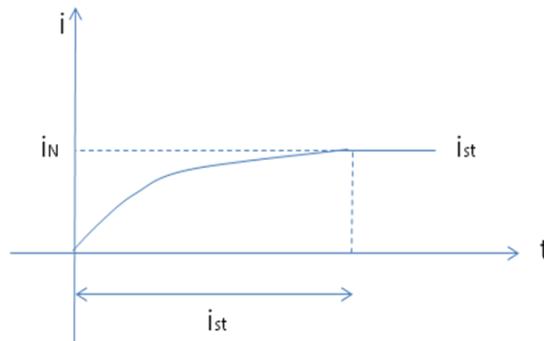


Gambar 12. Rangkaian Motor DC berdaya besar dan arus start yang dihasilkan  
(tidak menggunakan tahanan depan)

Dimana :

- $i_N$  = arus *steady state*
- $i_{st}$  = arus *start*
- $t_{st}$  = lama waktu *start*

Dari kurva pada gambar 12.b., jika arus start besar dari arus normal dan terjadi secara terus menerus akan merusak motor-motor listrik yang digunakan. Lamanya waktu *start* pada motor tergantung pada beban mekanik yang ada di poros motor. Besarnya beban di poros motor akan mengakibatkan besarnya arus *start* dan lamanya waktu *start*. Kondisi ideal Motor DC yang akan dicapai, saat arus start diberikan dengan menambahkan empat buah variasi tahanan depan, ditunjukkan dalam gambar 13.



Gambar 13. Kondisi ideal saat arus start motor DC saat menggunakan tahanan depan  
Dimana :

- $i_N$  = arus steady state
- $i_{st}$  = arus start
- $t_{st}$  = lama waktu start

Dari kurva pada gambar 13, terlihat bahwa arus *start* bergerak menuju arus normal. Kondisi ini baik dipakai karena kondisi ini tidak akan merusak motor karena arus *start* tidak melebihi arus *steady state*. Besar kecilnya tahanan depan akan mempengaruhi bentuk kurva pada gambar 12.a.

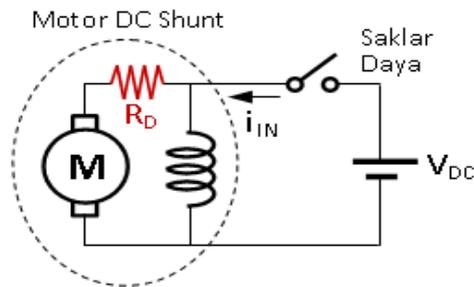
## 2.6. Metode Penelitian

### 2.6.1. Disain Sistem Perbaikan Starting Motor DC

Perencanaan dan pembuatan rangkaian starting Motor DC berdasarkan rangkaian pada gambar 14. Dalam penelitian ini, Motor DC yang digunakan adalah Motor DC Shunt. Untuk mencapai Kurva Ideal Starting Motor tersebut maka metode yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah metode starting menggunakan Tahanan Depan. Penambahan Tahanan Depan ( $R_D$ ) dipasang pada jalur arus *armature* dari Motor DC tersebut. Penggunaan tahanan yang bervariasi dalam penelitian ini

untuk mendapatkan arus starting yang tepat dan ideal, yang dapat digunakan untuk jenis Motor DC sehingga motor tersebut tidak rusak karena sering mengalami lonjakan arus start yang terlalu tinggi dan tidak dapat diatasi. Jumlah variasi tahanan dipilih empat buah karena semakin banyak jumlah tahanan yang digunakan maka kurva yang diperoleh semakin mendekati kurva ideal.

Gambar rangkaian starting motor arus searah Shunt menggunakan Tahanan Depan, ditunjukkan oleh gambar 14.

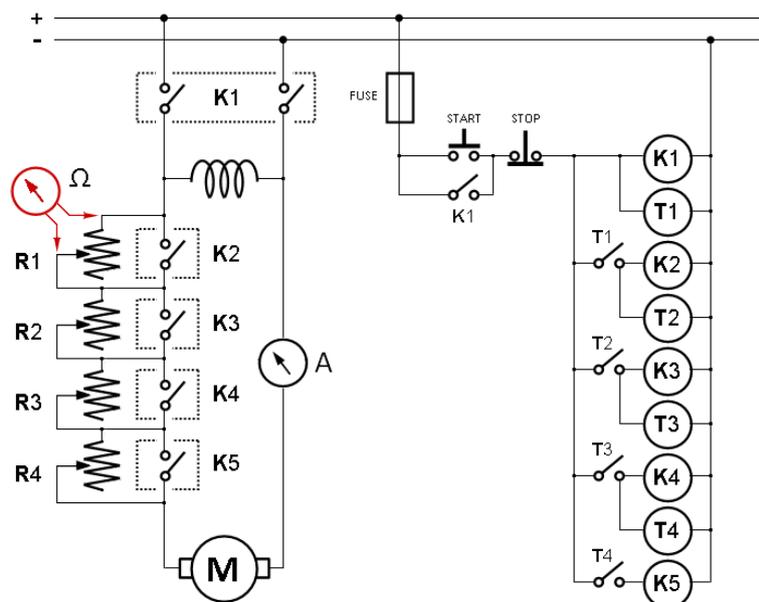


Gambar 14. Rangkaian Starting Motor DC Menggunakan Tahanan Depan

### 2.6.2. Disain Beban Pada Motor DC

Pada penelitian ini, menggunakan Motor DC Shunt dan tahanan sebanyak empat buah. Keempat tahanan dipasang secara seri pada jalur arus armature dari rangkaian.

Rangkaian Kendali Starting Motor DC, ditunjukkan gambar 15.



Gambar 15. Rangkaian Kendali Starting Motor DC

Dimana :

- K1 – K5 = Kontaktor

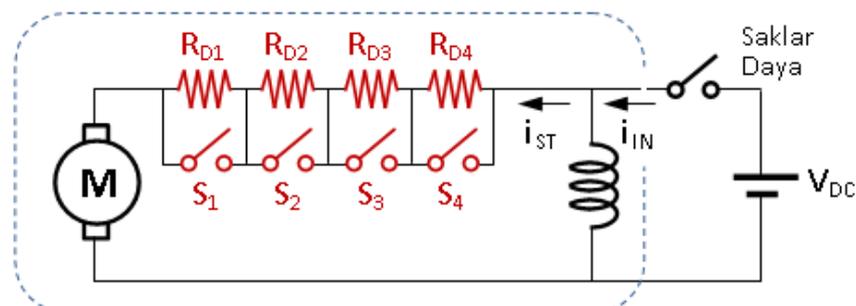
- T1 – T4 = Timer
- A = Ampere Meter Arus Puncak
- M = Belitan Armature Motor DC
- R1 – R4 = Tahanan Geser

## 2.7. Hasil Penelitian dan Pembahasan

### 2.7.1. Pengujian Alat dengan Variasi Tahanan

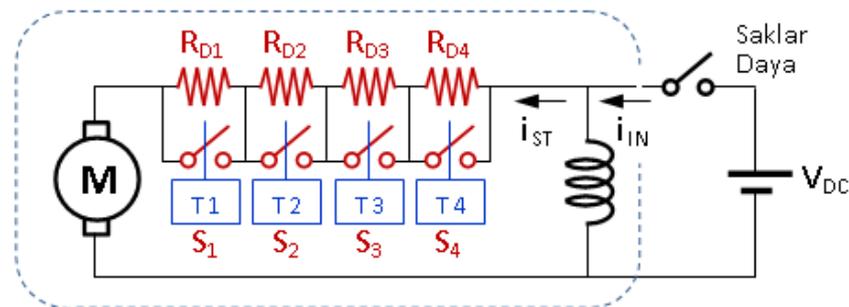
Setelah perancangan dan perbaikan alat starting motor DC dilakukan selanjutnya dilakukan pengujian dan pengukuran terhadap alat yang telah dirancang. Dalam hal ini, diuji beberapa ukuran tahanan untuk mendapatkan kurva tahanan yang berisi parameter arus. Pelaksanaan pengujian penelitian dilakukan sebagai berikut :

1. Mendeteksi arus yang ada dalam motor DC yang digunakan.
2. Lalu motor DC dijalankan dalam rentang arus yang tidak membahayakan dan kondisi berbeban.
3. Memperhatikan kurva starting dari hasil pengujian. Kurva inilah yang akan diperbaiki.
4. Memperbaiki kurva starting yang dihasilkan ini mengacu kepada kurva referensi pada gambar 13.
5. Dengan memvariasikan nilai tahanan (berdasarkan pengaturan) maka akan diperoleh grafik yang dibutuhkan seperti kurva pada gambar 13. Dalam prakteknya, tambahan Tahanan Depan ( $R_D$ ) saat motor dihidupkan dibuat secara bertahap agar Kurva Ideal Starting Motor dapat diperoleh. Gambar rangkaian Motor DC setelah menggunakan tahanan depan, ditunjukkan oleh gambar 16.



Gambar 16. Motor DC menggunakan Tahanan Depan

6. Setelah Saklar daya ON dan dilanjutkan dengan mengaktifkan satu per satu saklar Tahanan Depan, mulai dari  $S_1$  sampai  $S_4$ , maka akan diperoleh Kurva Starting Motor yang spesifik.
7. Agar Kurva Starting Motor yang dihasilkan dapat mendekati Kurva Ideal Starting Motor maka diperlukan pengaturan nilai  $R_{D1}$  sampai  $R_{D4}$  dan setting waktu  $T1$  sampai  $T4$  yang tepat. Gambar rangkaian Motor DC menggunakan timer, ditunjukkan oleh gambar 17.



Gambar 17. Motor DC menggunakan timer

Tujuan dari pengujian ini untuk mengetahui kurva starting hasil pengujian dan membandingkan kurva tersebut dengan kurva referensi (gambar 13). Kemudian kurva pengujian ini yang akan diperbaiki sehingga diperoleh kurva yang mendekati atau sama dengan kurva referensi, dengan mengatur rentang tahanan. Rentang tahanan inilah yang digunakan dalam praktikum mahasiswa.

### 2.7.2. Hasil Pengujian dan Pembahasan

Hasil pengujian berdasarkan data-data dari variasi tahanan yang digunakan dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Data dari variasi tahanan yang digunakan

No	Tahanan Depan (Ohm)				Waktu Start (Detik)				Arus Start ( $i_{st}$ )
	$R_{D1}$	$R_{D2}$	$R_{D3}$	$R_{D4}$	$t_{st1}$	$t_{st2}$	$t_{st3}$	$t_{st4}$	Ampere
1.	100	50	30	20	0,5	0,5	0,5	0,5	1,2
2.	95	45	25	15	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0
3.	90	40	20	10	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7
4.	85	35	15	5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3

Dari tabel 2.1. terlihat bahwa semakin besar tahanan depan yang digunakan maka semakin kecil arus start yang dihasilkan.

## **2.8. Kesimpulan dan Saran**

1. Dapat diterapkan untuk aplikasi praktikum di Laboratorium.
2. Persentase penyimpangan data yang utama jelas berasal dari akurasi pengaturan *timer* (T1 sampai T4) dan setting tahanan depan (R1 sampai R4).
3. Semakin besar tahanan depan yang dipasang semakin kecil arus start yang dihasilkan.