

SISTEM Pengereman Dinamik dan Pengendali Kecepatan pada Motor DC**Bambang Yulianto, Mochamad Karjadi, Bambang Dwinanto**

Universitas Gunadarma, Indonesia

Email: bambang_yulianto@staff.gunadarma.ac.id, mkaryadi@staff.gunadarma.ac.id,
bambang_dwi@staff.gunadarma.ac.id**Abstrak**

Motor DC bekerja berdasarkan prinsip interaksi antar dua fluks magnetik. Kumputan jangkar akan menghasilkan fluks magnet yang melingkar dan kumputan medan akan menghasilkan fluks magnet yang arahnya bergerak dari kutub utara menuju kutub selatan. Sebuah gaya akan timbul akibat interaksi dari kedua fluks tersebut. Motor DC memiliki beberapa metode dalam melakukan pengereman salah satunya adalah metode pengereman dinamik. Prinsip kerja dari pengereman dinamik adalah memutuskan sumber tegangan dari jangkar motor yang sedang bekerja dan memasang sebuah tahanan pada terminal jangkarnya. Pada saat motor DC diputus dari sumber tegangan, maka motor tersebut berubah fungsi menjadi generator sementara, karena sisa putaran dan arus sisa pada motor digunakan untuk menyuplai lampu pijar. Tahanan yang dipasang pada terminal jangkar digantikan dengan tahanan pada lampu pijar. Dan dalam melakukan pengendalian kecepatan pada motor DC memiliki beberapa metode juga, metode penyearah terkendali satu fasa menggunakan thyristor (SCR) adalah metode pengendali kecepatan motor yang digunakan pada rancangan ini. Dimana SCR ini akan menyulut atau memotong gelombang tegangan input yang akan mengakibatkan penurunan dan kenaikan tegangan pada output rangkaian penyulut (trigger). Penurunan dan kenaikan tegangan ini yang dimanfaatkan untuk mengatur atau mengendalikan kecepatan pada motor DC.

Kata Kunci: Motor DC, Pengereman Dinamik, Pengendali Kecepatan**Abstract**

Based on its physics, in general, DC motors consist of stationary parts (stator) and rotating parts (rotor). DC motors work on the principle of interaction between two magnetic fluxes. The anchor coil will produce a circular magnetic flux and the field coil will produce a magnetic flux that moves from the north pole to the south pole. A force will arise as a result of the interaction of the two fluxes. DC motors have several methods of braking, one of which is the dynamic braking method. The working principle of dynamic braking is to disconnect the source of tension from the working motor anchor and attach a resistor to the anchor terminal. When the DC motor is disconnected from the voltage source, the motor changes its function to a temporary generator, because the remaining rotation and residual current on the motor are used to supply the incandescent lamp. The resistor mounted on the anchor terminal is replaced with a resistor on an incandescent lamp. And in carrying out speed control on DC motors there are several methods as well, the single-phase controlled rectifier method using a

How to cite: Bambang Yulianto, Mochamad Karjadi, Bambang Dwinanto (2024) Sistem Pengereman Dinamik dan Pengendali Kecepatan Pada Motor DC, (06) 08,

E-ISSN: [2684-883X](https://doi.org/10.26884/883X)

thyristor (SCR) is the motor speed control method used in this design. Where this SCR will ignite or cut the input voltage wave which will result in a decrease and increase in voltage at the output of the trigger circuit. This voltage drop and increase is used to regulate or control the speed of the DC motor.

Keywords: DC Motor, Dynamic Braking, Speed Controller

PENDAHULUAN

Motor arus searah atau motor DC adalah suatu mesin listrik yang disuplai dengan tegangan arus searah atau direct current (DC) pada kumpulan medan untuk mengubah energi listrik menjadi energi gerak mekanik (Firmansyah & Marniati, 2017; Harahap & Nofriadi, 2019). Penggunaan motor DC ini dapat ditemukan pada alat pengangkut, konveyer, kereta api, dan mobil listrik (Pribadi, 2019).

Dalam penggunaannya sebagai sistem penggerak, motor DC sering dibutuhkan proses pengendali kecepatan motor dan proses menghentikan putaran motor dengan cepat (Sirajuddin & Rustang, 2021; Yusron, 2018). Pengereman merupakan hal sangat penting dalam sistem penggerak, karena apabila alat yang digerakan motor dalam keadaan bekerja, pada saat akan dihentikan dengan memutuskan sumber dayanya, motor tidak akan langsung berhenti, hal ini dapat menimbulkan bahaya. Begitu pula dengan pengendalian kecepatan putaran motor, dengan dapat dikendalikan kecepatan putaran motor, maka motor dapat bekerja dengan kecepatan yang sesuai dengan kebutuhan penggunaannya (Khumaini, 2018; Rakasiwi, 2019).

Salah satu metode pengereman motor untuk mengerem putaran motor adalah dengan menggunakan metode pengereman dinamik (Alam & Maulana, 2020; Sutarno, 2010). Metode ini dilakukan dengan cara memutuskan sumber tegangan yang menyuplai motor yang sedang bekerja, lalu dihubungkan dengan tahanan pada terminal jangkarnya.

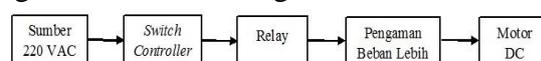
Dan salah satu cara pengendalian kecepatan putaran motor adalah dengan menggunakan rangkaian elektronika daya, yaitu menggunakan rangkaian konverter AC-DC terkendali dengan komponen SCR. Yang dimana komponen SCR ini akan memotong gelombang tegangan DC yang membuat naik-turunnya tegangan yang dapat dikendalikan.

METODE PENELITIAN

Pengereman motor yang dilakukan dengan memutuskan sumber tegangan dari jangkar motor yang sedang bekerja dan dengan memasang tahanan pada terminal jangkarnya adalah prinsip kerja dari pengereman dinamik. Dalam perancangan Sistem Pengereman Dinamik Dan Pengendali Kecepatan Pada Motor DC ini terdiri dari tiga buah rangkaian, yaitu rangkaian kontrol, rangkaian beban, dan rangkaian penyulut (*trigger*).

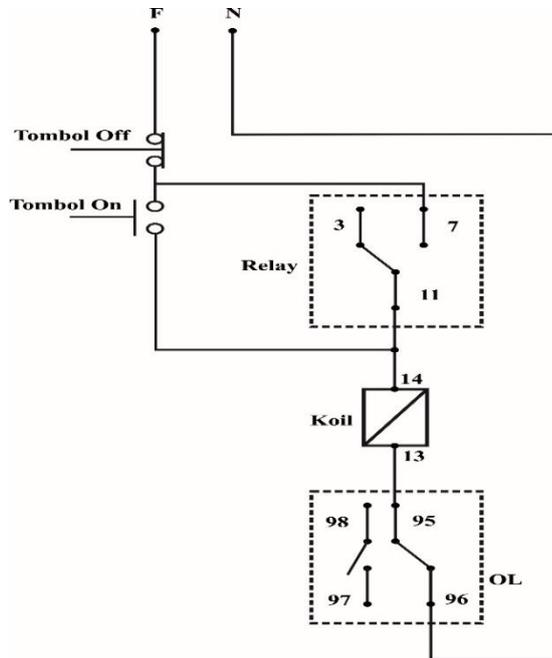
Rangkaian Kontrol

Rangkaian kontrol memiliki peranan yang sangat penting pada alat ini, karena rangkaian kontrol pada alat ini memiliki fungsi sebagai pengontrol untuk mengaktifkan atau menonaktifkan koil pada relay, yang memiliki kaitan yang erat dengan rangkaian beban. Alat ini tidak akan bekerja secara maksimal jika tidak ada rangkaian kontrol. Berikut adalah gambar blok diagram dan rangkaian skematik rangkaian kontrol.



Gambar 1 Blok Diagram Rangkaian Kontrol

Pada blok diagram gambar 1 dapat diketahui bahwa rangkaian kontrol ini diaktifkan atau disuplai dengan sumber tegangan AC (bolak-balik), dan sumber tegangan AC ini diperuntukkan untuk memberi tegangan pada koil relay. Berikut akan dijelaskan cara kerja dari rangkaian kontrol.

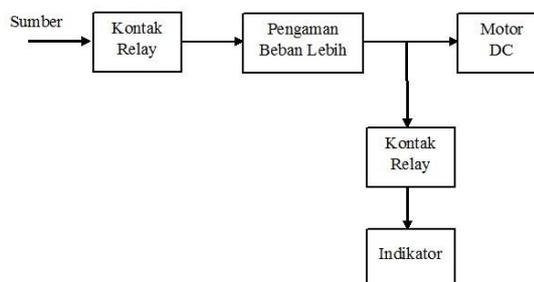


Gambar 2 Skematik Rangkaian Kontrol

Pada rangkaian kontrol ini kontak pada relay yang digunakan adalah kontak NO nomor 7 dan nomor 11. Kontak-kontak tersebut akan menjadi sistem pengunci arus pada koil, jika kontak nomor 7 dan nomor 11 terhubung, sehingga penekanan terus menerus pada tombol *on* untuk menyuplai tegangan ke koil tidak perlu dilakukan. Pada rangkaian kontrol ini juga dipasang pengaman beban lebih (*OverLoad/OL*) yang berfungsi untuk memutuskan aliran arus secara otomatis tanpa melakukan penekanan tombol *off* (sebagai sistem proteksi). Pada pengaman *overload* ini menggunakan kontak NC nomor 95 dan nomor 96, yang jika saat terjadi beban lebih kontak tersebut akan terputus, sehingga aliran arus pun akan terputus juga. Untuk menghubungkan kembali kontak NC nomor 95 dan nomor 96 tersebut hanya dengan menekan tombol *reset* yang terdapat pada pengaman *overload* tersebut.

Rangkaian Beban

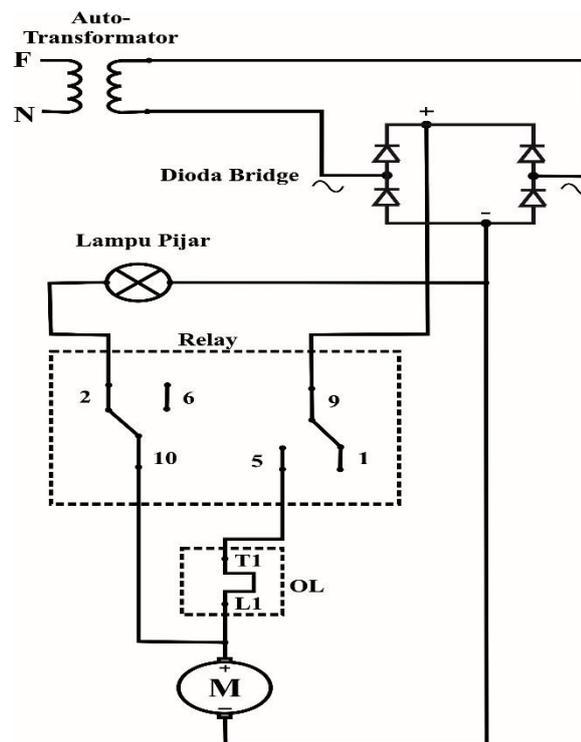
Rangkaian beban adalah rangkaian yang akan menghasilkan output yang diinginkan. Berikut gambar blok diagram dari rangkaian beban.



Gambar 3 Blok Diagram Rangkaian Beban

Jika dilihat dari blok diagram rangkaian beban pada gambar 3.3, bahwa rangkaian beban adalah rangkaian yang dirancang untuk menjalankan motor DC, dengan bekerja dikontrol

oleh rangkaian kontrol, sehingga didapatkan hasil *output* yang diinginkan, yaitu putaran pada rotor motor DC.



Gambar 4 Skematik Rangkaian Beban

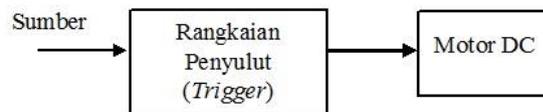
Pada rangkaian beban ini digunakan auto-transformator dengan tegangan *input* 220 VAC pada sisi primer, dan didapatkan tegangan *output* yang bisa diubah-ubah sesuai kebutuhan pada sisi sekundernya. Lalu pada sisi sekunder auto-transformator dihubungkan dengan dioda *bridge* untuk mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC karena motor yang digunakan adalah motor DC. Setelah tegangan disearahkan pada bagian positif (+) dihubungkan ke kontak NO relay nomor 9 dan nomor 5, kontak tersebut akan bekerja pada saat koil pada rangkaian kontrol bekerja, lalu dari kontak relay nomor 5 dihubungkan ke kontak utama T1 pada pengaman *overload* (OL), kontak utama T2 dihubungkan ke bagian positif motor, dan bagian negatif motor dihubungkan ke bagian negatif pada dioda *bridge*. Pada saat terjadi beban lebih, pelat yang terdapat pada kontak T1 dan T2 akan menjadi panas karena kalor yang dibawa oleh arus beban lebih tersebut yang akan memutus kontak NC secara otomatis pada pengaman *overload*, sehingga aliran arus akan terputus.

Pada bagian positif motor juga dihubungkan ke kontak NC relay nomor 10 dan nomor 2, dan pada kontak nomor 2 terhubung dengan lampu pijar. Lampu pijar ini berfungsi sebagai tahanan yang akan mengerem putaran motor pada saat motor akan dimatikan atau berhenti berputar, lampu pijar ini akan menyerap arus sisa pada motor sehingga motor akan lebih cepat berhenti. Dan motor juga akan menjadi generator sementara pada saat alat dimatikan dengan sisa arus dan putaran pada motor DC tersebut.

Rangkaian Penyulut (*trigger*)

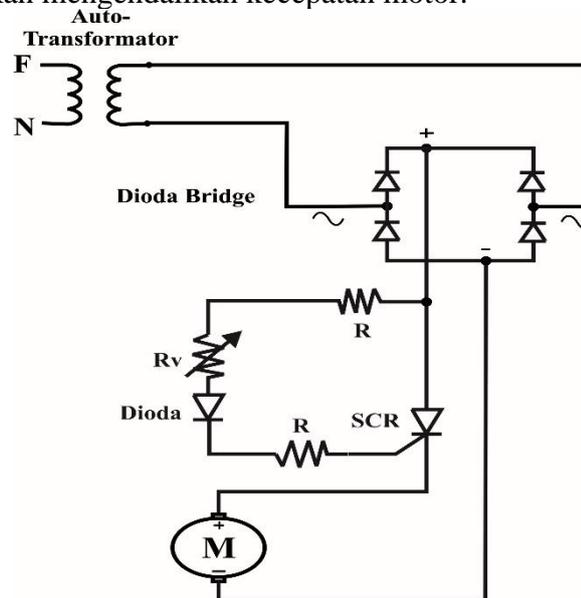
Rangkaian penyulut (*trigger*) yang digunakan adalah rangkaian penyearah terkendali satu fasa menggunakan Thyristor (SCR) yang berfungsi untuk mengendalikan kecepatan motor DC. Rangkaian penyulut ini bekerja dengan memotong gelombang tegangan *input* yang berupa tegangan AC yang dapat diatur gelombang tegangan *output*-nya sesuai kebutuhan. Dengan tegangan *output* yang dapat diatur, maka tegangan yang didapat oleh motor DC akan

mengalami penurunan dan kenaikan tegangan yang akan mengakibatkan melambat dan mempercepat putaran pada motor DC. Berikut gambar blok diagram dari rangkaian penyulut (*trigger*).



Gambar 5 Blok Diagram Rangkaian Penyulut (*Trigger*)

Pada gambar blok diagram gambar 3.5, diketahui bahwa sumber 220 VAC berfungsi sebagai aktifator, aktifator ini memberikan tegangan masukkan pada auto-transformator yang berfungsi menaikkan atau menurunkan tegangan sumber 220 VAC yang akan digunakan untuk mencari tegangan yang tepat untuk menentukan kecepatan awal dan kecepatan tetap pada motor DC. Lalu tegangan tersebut disearahkan dengan dioda *bridge*, karena motor yang digunakan adalah motor DC yang hanya dapat bekerja jika diberikan tegangan DC. Lalu disulut oleh rangkaian penyulut (*trigger*) agar tegangan yang masuk ke motor DC dapat dikendalikan, yang juga akan mengendalikan kecepatan motor.



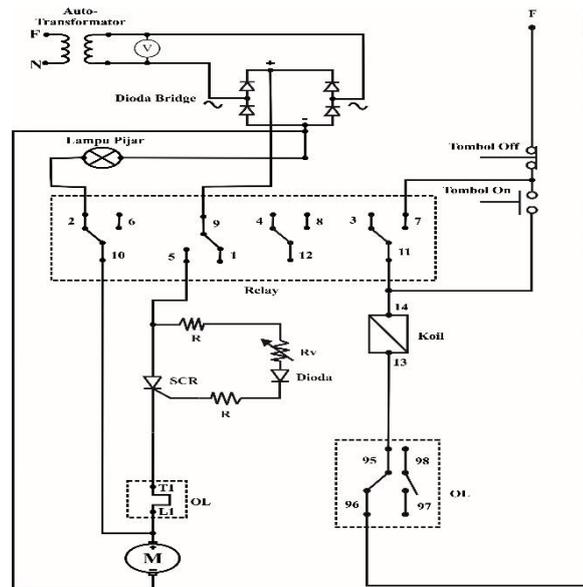
Gambar 6 Skematik Rangkaian Penyulut (*Trigger*)

Pada gambar 6, terlihat bahwa sumber 220 VAC masuk ke auto-transformator untuk mengendalikan tegangan yang masuk ke rangkaian dan menetapkan kecepatan tetap motor. Lalu disearahkan menggunakan dioda *bridge* agar tegangan yang pada awalnya AC (bolak-balik) menjadi tegangan DC (searah), yang lalu dialirkan ke rangkaian penyulut (*trigger*) yang akan mengendalikan tegangan DC yang disuplai untuk motor DC.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem Pengereman Dinamik Dan Pengendalian Kecepatan

Pada gambar 1 adalah skema rangkaian keseluruhan dari alat sistem pengereman dinamik dan pengendalian kecepatan motor DC (Ponto, 2018). Dalam pengujian alat Sistem Pengereman Dinamik Dan Pengendali Kecepatan Pada Motor DC ini terdapat langkah-langkah yang harus dilakukan, agar mendapat hasil pengujian yang diinginkan.



Gambar 7 Rangkaian Skematik Sistem Pengereman Dinamik dan Pengendali Kecepatan

Langkah awal yang dilakukan adalah dengan merangkai rangkaian seperti gambar 1. Setelah rangkaian selesai dirangkai pasang lampu pijar, yang berfungsi sebagai sistem pengereman. Pada pengujian ini menggunakan lima buah lampu pijar dengan daya yang berbeda, yaitu 15 W, 40 W, 60 W, 75 W, dan 100 W. Kemudian menghubungkan rangkaian ke sumber tegangan AC. Lalu tekan tombol *on*, dan putar auto-transformator sampai kecepatan putaran motor mencapai 1500 rpm, pada saat kecepatan putaran motor mencapai 1500 rpm, ukur besar tegangan yang pada sisi sekunder auto-transformator, dan ukur besar I_a pada sisi positif (+) motor. Setelah semua nilai didapat, tekan tombol *off* lalu catat waktu pengereman dan I_a sampai pada saat motor berhenti (Mahendra & Rapar, 2023).

Data Hasil Pengujian

Dari pengujian di atas didapatkan data sebagai berikut :

$$V_t = 124 \text{ V}$$

$$n = 1500 \text{ rpm}$$

$$I_a = 0,06 \text{ A}$$

$$E_a = V_t - I_a (R_a + R_s)^{[3]} = 124 - 0,06 (17,6) = 122,94 \text{ V}$$

$$T_a = \frac{E_a \cdot I_a}{\omega} = \frac{122,94 \cdot 0,06}{157} = 0,05 \text{ N - m}$$

Tabel 1 Data Pengujian Pengereman Dinamik

No.	Lampu (W)	Tahanan Lampu (Ω)	Pengujian 1		Pengujian 2	
			Ia rem (A)	t (detik)	Ia rem (A)	t (detik)
1	15	198	0,051	0,55	0,041	0,5
2	40	73,4	0,085	0,46	0,079	0,44
3	60	47,6	0,12	0,4	0,08	0,38
4	75	37,4	0,2	0,34	0,12	0,36
5	100	26,6	0,28	0,25	0,18	0,2

Analisa Pengujian

Pengujian Pengereman Ia Rata-rata

Pengujian pengereman Ia rata-rata yaitu dengan menggunakan rumus rata-rata, dimana data dijumlahkan dan dibagi banyaknya data. Berikut perhitungan pengujian pengereman Ia rata-rata menggunakan lampu 15 W.

$$\begin{aligned}
 \text{Pengereman Ia rata - rata} &= \frac{Ia \text{ rem } P1 + Ia \text{ rem } P2 + Ia \text{ rem } P3}{3} \\
 \text{Pengereman Ia rata - rata} &= \frac{0,051 + 0,041 + 0,047}{3} = 0,046 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Untuk analisa pengujian pengereman Ia dengan daya lampu yang lain dapat dilakukan menggunakan cara yang sama. Sehingga didapatkan data seperti dibawah ini :

Tabel 2 Data Pengereman Ia Rata-rata

Daya Lampu (W)	Pengereman Ia (Ampere)
15	0,046
40	0,08
60	0,12
75	0,18
100	0,24

Dari tabel 2 didapatkan grafik daya lampu terhadap pengereman Ia, sebagai berikut :



Gambar 8 Grafik Daya Lampu Terhadap Pengereman Ia

Pengujian Waktu Pengereman Rata-rata

Pengujian waktu pengereman rata-rata yaitu dengan menggunakan rumus rata-rata, dimana data dijumlahkan dan dibagi banyaknya data. Berikut perhitungan pengujian waktu pengereman rata-rata menggunakan lampu 15 W.

$$\text{waktu pengereman rata - rata} = \frac{t \text{ rem } P1 + t \text{ rem } P2 + t \text{ rem } P3}{3}$$

$$\text{Pengereman la rata - rata} = \frac{0,55 + 0,5 + 0,53}{3} = 0,52 \text{ detik}$$

Tabel 3 Data Waktu Pengereman rata-rata

Daya Lampu (W)	Waktu Pengereman (detik)
15	0,52
40	0,45
60	0,39
75	0,33
100	0,22

Dari tabel 3 didapatkan grafik daya lampu terhadap waktu pengereman, sebagai berikut :



Gambar 9 Grafik Daya Lampu Terhadap Waktu Pengereman

Pengujian Pengereman Torsi Motor

Berikut perhitungan pengujian pengereman torsi motor menggunakan lampu 15 W.

$$\frac{Trem}{Ta} = \frac{Ia \text{ rem}^2}{Ia^2} = \left(\frac{Ia \text{ rem}}{Ia} \right)^2$$

$$Trem = \left(\frac{Ia \text{ rem}}{Ia} \right)^2 \times Ta$$

$$Trem = \left(\frac{0,046}{0,06} \right)^2 \times 0,04 = 0,023 \text{ N - m}$$

Untuk analisa pengujian pengereman torsi motor dengan daya lampu yang lain dapat dilakukan menggunakan cara yang sama. Sehingga didapatkan data seperti dibawah ini :

Tabel 4 Data Pengereman Torsi Motor

Daya Lampu (W)	Pengereman Torsi Motor (N-m)
15	0,023
40	0,07
60	0,16
75	0,36
100	0,49

Dari tabel 4 didapatkan grafik daya lampu terhadap pengereman torsi motor, sebagai berikut :



Gambar 10 Grafik Daya Lampu Terhadap Pengereman Torsi Motor

Pengujian Pengereman Kecepatan Putar Motor

Berikut perhitungan pengujian pengereman kecepatan putar motor menggunakan lampu 15 W.

$$n \text{ pengereman} = \frac{I_a \text{ rem}}{I_a} \times n^{[3]}$$

$$n \text{ pengereman} = \frac{0,046}{0,06} \times 1500 = 1150 \text{ rpm}$$

Untuk analisa pengujian pengereman kecepatan putar motor dengan daya lampu yang lain dapat dilakukan menggunakan cara yang sama (Pradipta, Sukmadi, & Facta, 2015; Putri, Ma'arif, & Puriyanto, 2022). Sehingga didapatkan data seperti dibawah ini :

Tabel 5 Data Pengereman Kecepatan Putaran Motor

Daya Lampu (W)	Pengereman Kecepatan Putaran Motor (rpm)
15	1150
40	2000
60	3000
75	4500
100	5250

Dari 5 didapatkan grafik daya lampu terhadap pengereman kecepatan putaran motor, sebagai berikut :



Gambar 11 Grafik Daya Lampu Terhadap Pengereman Kecepatan Putaran Motor

Pengujian Pengendali Kecepatan Motor

Pengujian pengendali kecepatan motor ini dilakukan pada saat motor sedang bekerja, dimana cara mengendalikannya dengan memutar potensiometer yang akan mengakibatkan potongan atau penyulutan pada tegangan (Birdayansyah, Soedjarwanto, & Zebua, 2015; Sitinjak, 2008). Potongan atau penyulutan pada tegangan ini adalah kerja dari SCR, yang membuat tegangan *output* pada SCR bervariasi dan dapat mengendalikan kecepatan motor. Berikut data pengujian pengendali kecepatan motor seperti dibawah ini :

Tabel 6 Data Pengendali Kecepatan Motor

No.	Kondisi Potensio (%)	Kecepatan Motor (rpm)
1	0	0
2	10	162,4
3	20	195,9
4	30	341,2
5	40	510,3
6	50	747,9
7	60	859,5
8	70	1043
9	80	1232
10	90	1440
11	100	1500

Dari tabel 6, persentase kondisi potensiometer ini menunjukkan persentase tanpa hambatan yang diberikan potensiometer pada motor dan dari data diatas maka didapatkan grafik pengendali kecepatan motor, sebagai berikut :



Gambar 12 Grafik Pengendali Kecepatan Motor

KESIMPULAN

Pada alat sistem pengereman dinamik dan pengendali kecepatan pada motor DC ini, pada sistem pengereman motor DC ini menggunakan metode dinamik dan pada sistem pengendalian kecepatan putar motor ini menggunakan metode konverter AC-DC terkendali. Dari pengujian dan analisa diperoleh hasil yang dapat disimpulkan bahwa Semakin besar daya lampu yang digunakan untuk pengereman, maka semakin besar pengereman Ia-nya. Semakin besar daya lampu yang digunakan untuk pengereman, maka waktu pengeremannya semakin cepat. Semakin besar daya lampu yang digunakan untuk pengereman, maka pengereman torsinya semakin besar. Semakin besar daya lampu yang digunakan untuk pengereman, maka semakin banyak pengereman kecepatan putaran motor. Semakin besar persentase kondisi potensio yang menunjukkan semakin kecilnya hambatan yang diberikan pada motor, maka putaran kecepatan motor semakin cepat.

BIBLIOGRAFI

- Alam, Syah, & Maulana, Gusti Alga. (2020). Rancang Bangun Sistem Pengereman Otomatis Menggunakan Arduino Uno dan Sensor Ultrasonik. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, 6(1), 69–75.
- Birdayansyah, Radi, Soedjarwanto, Noer, & Zebua, Osea. (2015). Pengendalian Kecepatan Motor DC Menggunakan Perintah Suara Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Electrician: Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro*, 9(2), 97–108.
- Firmansyah, Anton, & Marniati, Yessi. (2017). Pemodelan Karakteristik Motor DC Shunt, Motor DC Seri, dan Motor DC Kompon Menggunakan Matlab Simulink sebagai Media Pembelajaran Modul Praktikum Mesin-mesin Listrik. *Jurnal Teknik Elektro*, 6(1), 63–73.
- Harahap, Raja, & Nofriadi, Sujiand. (2019). Analisa Perbandingan Efisiensi Dan Torsi Dengan Menggunakan Metode Penyesuaian Sejajar Terhadap Metode Pergeseran Sikat Pada Motor Arus Searah Kompon Pendek Dengan Kutub Bantu. *JET (Journal of Electrical Technology)*, 4(3), 106–110.
- Khumaini, Abdul Aziz. (2018). *Pengereman Dinamik Motor Induksi 3 Fasa*. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Mahendra, I. Gede Budi, & Rapar, Jocke Jonathan. (2023). Penerapan Aplikasi Simulasi Liveware 2.3 pada Mata Kuliah Dasar Teknik Tenaga Listrik. *Journal on Education*, 5(4), 14688–14694.

- Ponto, Hantje. (2018). *Dasar Teknik Listrik*. Deepublish.
- Pradipta, Muhamad Hami, Sukmadi, Tedjo, & Facta, Mochammad. (2015). Pengereman Dinamis Konvensional Pada Motor Induksi Tiga Fasa. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 3(4), 656–663.
- Pribadi, Agung Teguh. (2019). *DESAIN MEDAN MOTOR ARUS SEARAH DENGAN PENGUATAN TERPISAH*.
- Putri, Mila Diah Ika, Ma'arif, Alfian, & Puriyanto, Riky Dwi. (2022). Pengendali Kecepatan Sudut Motor DC Menggunakan Kontrol PID dan Tuning Ziegler Nichols. *Techno (Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto)*, 23(1), 9–18.
- Rakasiwi, Galih. (2019). *Analisa Pengereman Dinamik Pada Motor Brushless DC (BLDC)*. UNIKA SOEGIJAPRANATA SEMARANG.
- Sirajuddin, Sirajuddin, & Rustang, Rustang. (2021). Rancang Bangun Sistem Pengereman Mesin Gerinda Duduk. *Jurnal Teknik Mesin Sinergi*, 19(1), 53–61.
- Sitinjak, Riko Euler. (2008). *Perbandingan Pengereman Motor DC Penguatan Seri dengan Metode Dinamik dan Plugging (Aplikasi pada Laboratorium Konversi Energi Listrik FT-USU)*. Universitas Sumatera Utara.
- Sutarno, Sutarno. (2010). Pengereman Dinamik Motor Induksi Dengan Injeksi Arus Searah (Dc). *Jurnal Teknik Elektro Unnes*, 2(1), 133319.
- Yusron, Moch Faishol. (2018). Pengereman Dinamik Motor Induksi 3 Fase 220V/380V. *INAJEEE (Indonesian Journal of Electrical and Electronics Engineering)*, 1(1), 19–23.

Copyright holder:

Bambang Yulianto, Mochamad Karjadi, Bambang Dwinanto (2024)

First publication right:

[Syntax Idea](#)

This article is licensed under:

