

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH BESAR HAMBATAN LUAR KUMPARAN TERHADAP KINERJA MOTOR DC

Yasin Ardaisi²³

Email Korespondensi: ardaisi.a3@gmail.com

Abstrak: Hambatan luar merupakan beban eksternal diluar sumber tegangan yang membatasi arus atau mengatur kecepatan dan kinerja pada motor DC, jika hambatan luar ditambah akan menurunkan arus jangkar, torsi motor, kecepatan dan efisiensi motor juga menurun. Tujuan penelitian ini adalah studi eksperimental pengaruh besar tahanan geser terhadap nilai arus dan tegangan listrik. Metode penelitian dengan melakukan uji coba rangkaian hambatan luar pada beban uji motor DC dengan daya 25 Watt dengan menggunakan tahanan geser 300 Ohm. Sementara itu rheostat atau dikenal tahanan geser berfungsi mengendalikan arus serta mengubah resistansi dalam suatu rangkaian tanpa gangguan. Untuk tegangan pada beban sebelum diberikan tahanan geser, tegangan yang terbaca pada alat ukur 12,3 Volt. Pada saat diberikan tahanan geser 10 Ohm maka tegangan menjadi 10,3 Volt, kemudian pada saat diberikan tahanan geser 90 Ohm, maka tegangan menjadi 0,3 Volt. Dari hasil pengukuran terlihat bahwa semakin besar tahanan geser yang diberikan, maka arus, tegangan, daya serta putaran motor akan semakin kecil.

Kata kunci: hambatan luar, motor DC, rheostat

Abstract: External resistance is an external load outside the voltage source that limits current or regulates the speed and performance of a DC motor. If the external resistance is increased, it will reduce the armature current, motor torque, speed, and motor efficiency. The purpose of this research is an experimental study on the effect of the size of shear resistance on electric current and voltage values. The research method involved testing an external resistance circuit on a DC motor test load with 25 Watt power using a 300 Ohm sliding resistor. Meanwhile, a rheostat, also known as a sliding resistor, functions to control current and change resistance in a circuit without interruption. For the voltage on the load before applying the sliding resistor, the voltage read on the measuring instrument was 12.3 Volts. When a 10 Ohm sliding resistor was applied, the voltage became 10.3 Volts, and when a 90 Ohm sliding resistor was applied, the voltage dropped to 0.3 Volts. From the measurements, it can be seen that the bigger the shear resistance given, the smaller the current, voltage, power, and motor speed will be.

Keywords: external resistor, DC motor, rheostat

²³ Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tridinanti.

PENDAHULUAN

Motor Direct Current (DC) merupakan perangkat elektromagnetik yang mengubah energi listrik searah menjadi energi mekanik melalui interaksi medan magnet. Dalam dunia industri modern dan transportasi listrik, Motor DC memiliki torsi awal yang tinggi dan kemampuan untuk menghasilkan kecepatan putar yang tinggi, namun kecepatan putar motor akan berubah seiring meningkatnya beban. Motor DC juga dapat menghasilkan torsi yang lebih besar dengan penambahan roda gigi pada jenis tertentu [1]. Motor servo kontinu memiliki karakteristik yang sama dengan motor servo biasa, namun keterbatasan putaran motor dapat dihilangkan. Motor servo kontinu tetap memiliki kemampuan untuk mempertahankan kecepatan putar terhadap beban yang berubah [1].

Kinerja sebuah motor DC sangat dipengaruhi oleh parameter elektrik dalam rangkaian jangkarnya. Salah satu komponen kritis dalam operasional motor ini adalah resistansi atau hambatan. Secara teoritis, arus yang mengalir pada motor ditentukan oleh tegangan terminal, Gaya Gerak Listrik (GGL) lawan, dan total hambatan pada rangkaian. Penambahan hambatan luar pada kumparan sering kali dilakukan sebagai metode pengendalian tradisional, baik untuk membatasi arus start yang besar maupun untuk mengatur kecepatan putaran motor.

Namun, perubahan besar hambatan luar ini tidak hanya berdampak pada satu parameter. Variasi hambatan luar tidak secara langsung memengaruhi nilai arus jangkar, namun dapat mempengaruhi torsi yang dihasilkan dan efisiensi keseluruhan motor. Modifikasi jangkar

motor DC dengan variasi sudut pada alurnya dan pemotongan ukuran jangkar dapat memengaruhi kecepatan dan torsi motor [2]. Efisiensi motor DC seri dapat dipengaruhi oleh pergeseran sikat dan karakteristik motor yang tinggi [2]. Penggunaan hambatan luar yang terlalu besar dapat menyebabkan rugi-rugi panas yang tinggi, yang berisiko menurunkan performa motor dan menyebabkan pemborosan energi. Sebaliknya, Pemilihan hambatan yang tidak tepat dapat menyebabkan respons transien motor menjadi tidak stabil saat menghadapi perubahan beban karena karakteristik motor tidak dapat direpresentasikan dengan persamaan linier sederhana. Variasi beban mekanis merupakan faktor yang memengaruhi perilaku dinamis motor secara signifikan. Respons motor sangat sensitif terhadap dinamika pembebanan [3].

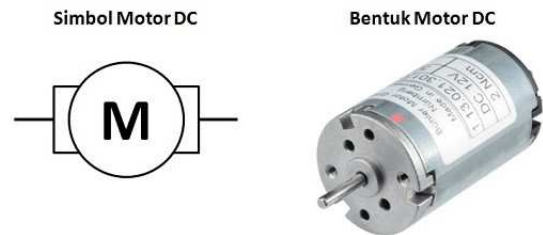
Proses perancangan dilakukan secara manual, yaitu melakukan proses perancangan dan perhitungan tahap demi tahap dengan menambahkan hambatan luar (rheostat). Penggunaan rheostat ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh besar hambatannya terhadap beban motor, kemudian dilakukan pengukuran terhadap nilai-nilai arus, tegangan dan putaran motor pada saat di hubungkan rheostat.

Mengingat pentingnya efisiensi energi dan stabilitas sistem kendali di industri saat ini, diperlukan analisis mendalam mengenai sejauh mana hambatan luar kumparan memengaruhi parameter kinerja motor DC. Penelitian ini berfokus untuk mengevaluasi hubungan antara besaran hambatan luar terhadap nilai arus listrik, tegangan, kecepatan, dan efisiensi motor guna memberikan dasar bagi optimalisasi sistem penggerak listrik.

TINJAUAN PUSTAKA

Motor DC

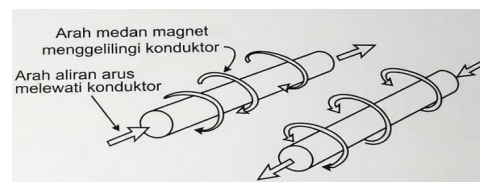
Motor DC adalah suatu mesin listrik yang disuplai dengan tegangan arus searah atau direct current (DC) pada kumparan medan untuk mengubah energi listrik menjadi energi gerak mekanik [4]. Energi mekanik ini digunakan untuk memutar impeller pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat beban dan lain-lain. Motor listrik sering di sebut “kuda kerja” nya industri sebab diperkirakan motor-motor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industri.



Gambar 1. Bentuk motor DC sederhana

Prinsip Dasar cara kerja Motor DC [4]

Jika arus lewat pada suatu konduktor, timbul medan magnet di sekitar konduktor. Arah medan magnet ditentukan oleh arah aliran arus pada konduktor.



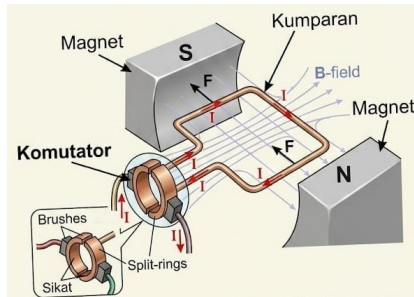
Gambar 2. Medan magnet membawa arus mengelilingi konduktor

Berikut adalah prinsip kerja Motor DC :

1. Medan magnet: Stator (bagian motor yang diam) memiliki magnet permanen atau kumparan medan magnet yang menghasilkan medan magnet di sekitar rotor (bagian yang berputar).
2. Aliran arus: Saat arus listrik dialirkan ke kumparan jangkar (rotor), arus ini akan melewati sikat arang dan komutator.
3. Gaya Lorentz: Arus listrik yang mengalir di kumparan jangkar akan berinteraksi dengan medan magnet yang dihasilkan stator. Interaksi ini menciptakan gaya Lorentz yang mendorong dan menarik kumparan, sehingga timbul torsi atau momen putar pada rotor.
4. Komutasi: Ketika rotor berputar dan

kumparan jangkar melewati posisi tertentu, komutator (cincin belah di ujung poros) akan membalikkan arah arus yang mengalir melalui kumparan.

5. Putaran berkelanjutan: Pembalikan arah arus ini menyebabkan gaya Lorentz terus bekerja dan menjaga torsi putar tetap searah, sehingga rotor berputar secara terus-menerus.



Gambar 3. Prinsip Kerja Motor DC

Dalam memahami sebuah Motor, penting untuk mengerti apa yang dimaksud dengan beban motor. Beban dalam hal ini mengacu kepada keluaran tenaga putar / torque sesuai dengan kecepatan yang diperlukan. Beban dapat dikategorikan ke dalam tiga kelompok:

- a. Beban torque Konstan adalah beban dimana permintaan keluaran energinya bervariasi. Contoh beban dengan torque konstan adalah conveyors dan rotary klins
- b. Beban dengan variabel torque adalah beban dengan kecepatan operasi. Contoh dengan variabel torque adalah pompa sentrifugal dan fan
- c. Beban dengan energi konstan adalah beban dengan permintaan torque yang berubah dan berbanding terbalik dengan kecepatan. Contoh untuk beban dengan daya konstan adalah peralatan-peralatan mesin.

Prinsip Arah Putaran Motor [4]

Untuk menentukan arah putaran motor digunakan kaedah Fleming tangan kiri. Kutub-kutub akan menghasilkan medan magnet dengan arah dari kutub utara ke kutub selatan. Jika medan magnet memotong sebuah kawat penghantar yang dialiri arus searah dengan empat jari, maka akan timbul gerak searah ibu jari. Gaya ini disebut gaya Lorentz, yang besarnya sama

dengan gaya yang dihasilkan berbanding lurus dengan kuat fluks medan utama dan kuat medan di sekeliling masing-masing konduktor.

Oleh sebab itu, kopel yang dihasilkan motor dapat ditulis sebagai berikut :

$$T = K' \cdot \phi \cdot I_a \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

T = Kopel

K' = konstanta yang bergantung pada ukuran fisik motor

ϕ = Fluks per kutub

I_a = Arus jangkar

Prinsip motor : aliran arus di dalam penghantar yang berada didalam pengaruh medan magnet akan menghasilkan gerak. Besarnya gaya pada penghantar akan bertambah besar jika arus yang melalui penghantar bertambah besar. Saat kumparan yang berada di tengah-tengah medan magnet di aliri listrik dari baterai maka kumparan berarus tersebut akan memotong medan magnet diantara kutub utara dan selatan, dari peristiwa tersebut akan timbul gaya Lorentz yang akan membuat kumparan berputaran. Selain jenis kumparan berputar, ada pula model magnet yang berputar. Jadi medan magnetnya akan berubah-ubah saat berputar. Saat ada kawat sepanjang L (meter) dialiri arus listrik I (amper) dan melewati medan magnet B (tesla), maka kawat tersebut akan timbul gaya F sebesar :

$$F = I \times B \times L \dots\dots\dots (2)$$

Hukum Ohm

Hukum Ohm adalah suatu pernyataan bahwa besar arus listrik yang mengalir melalui sebuah penghantar selalu berbanding lurus dengan tegangan dan berbanding terbalik dengan hambatan. Hukum Ohm juga menyatakan bahwa arus listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian tertutup akan sama di setiap titik pada rangkaian tersebut. Hukum Ohm menjelaskan bahwa semakin besar arus listrik yang mengalir melalui penghantar tersebut juga akan semakin besar karena resistensi memiliki hubungan terbalik terhadap jumlah arus yang mengalir melalui resistor dan sebanding dengan tegangan yang diberikan [5]. Namun, semakin besar hambatan yang dimiliki oleh penghantar, arus listrik yang mengalir akan semakin kecil. Dengan demikian, hukum Ohm menjadi dasar dalam menghitung besaran listrik dalam suatu

rangkaian tertutup. Sebagai contoh, jika kita memiliki sebuah lampu yang terhubung ke sumber tegangan listrik dengan nilai yang sama, lampu dengan hambatan yang lebih kecil akan menghasilkan arus listrik yang lebih besar daripada lampu dengan hambatan yang lebih besar. Hal ini sesuai dengan hukum Ohm yang menyatakan bahwa arus listrik berbanding lurus dengan tegangan dan berbanding terbalik dengan hambatan dalam

Sesuai dengan bunyi hukum ohm, secara matematis untuk menghitung voltase listrik menggunakan rumus

$$V = I \times R \dots\dots\dots(3)$$

Sementara untuk menghitung kuat arus listrik adalah :

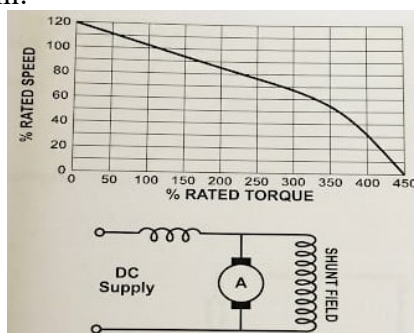
$$I = V/R \dots\dots\dots(4)$$

Dan untuk menghitung hambatan :

$$R = V/I \dots\dots\dots(5)$$

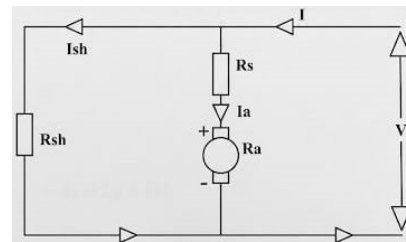
Karakteristik Motor Kompon [4]

Motor kompon DC adalah gabungan motor seri dan shunt. Pada motor kompon, gulungan medan (medan shunt) dihubungkan secara paralel dan seri dengan gulungan dinamo (A) seperti yang ditunjukkan dalam gambar 4. Sehingga, motor kompon memiliki torque penyalan awal yang bagus dan kecepatan yang stabil. Makin tinggi persentase penggabungan (yakni persentase gulungan medan yang dihubungkan secara seri), makin tinggi pula torque penyalan awal yang ditangani oleh motor ini.



Gambar 4. Karakteristik Motor Kompon DC

Motor Kompon panjang



Gambar 5. Rangkaian Ekuivalen Motor Kompon Panjang

Persamaan arus :

$$I = I_s + I_{sh}$$

$$I_s = I_a$$

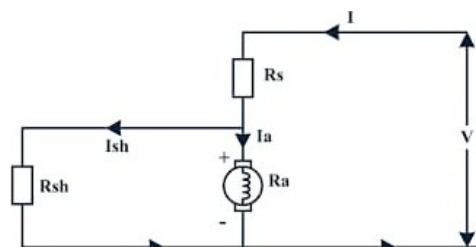
$$I_{sh} = V / R_{sh} \dots\dots\dots(6)$$

Persamaan Tegangan :

$$V = E_a + I_a R_a + I_s R_s + \Delta e$$

$$V_{sh} = V \dots\dots\dots(7)$$

Motor Kompon Pendek



Gambar 6. Rangkaian Ekuivalen Motor Kompon Pendek

Persamaan arus :

$$I = I_s = I_a + I_{sh}$$

$$I_{sh} = V_{sh} / R_{sh} \dots\dots\dots(8)$$

Persamaan Tegangan :

$$V = E_a + I_a R_a + I_s R_s + \Delta e$$

$$V = I_{sh} R_{sh} \dots\dots\dots(9)$$

Motor Shunt

Motor ini dinamakan motor Dc shunt karena cara pengkabelan motor ini yang parallel (shunt) dengan kumparan armature. Mempertimbangkan sebuah motor DC berjalan tanpa beban, Jika beban mekanis tiba-tiba diterapkan pada poros, arus yang kecil tanpa beban tidak menghasilkan torsi untuk membawa beban dan motor mulai perlahan turun. Ini menyebabkan IMF berkurang, menghasilkan arus yang lebih tinggi dan torsi lebih tinggi. Saat torsi dikembangkan oleh motor adalah sama dengan torsi yang dikenakan beban mekanik, kecepatan akan tetap konstan. Namun, terdapat

tren penurunan torsi ketika RPM meningkat, sesuai dengan teori bahwa torsi akan berkurang saat motor mendekati kecepatan sinkron. Grafik beban 45 kg menunjukkan bahwa pada kecepatan tinggi, torsi motor stabil di kisaran 0,408–0,429 Nm karena motor mendekati kecepatan sinkronnya [6]. Hasil pengujian menunjukkan bahwa saat beban bertambah, kecepatan putar motor menurun secara konsisten karena slip meningkat, sementara torsi naik untuk mengimbangi beban mekanis yang lebih besar [6]. Pada kondisi tanpa beban, motor berputar mendekati kecepatan sinkron dengan torsi sangat rendah karena hanya diperlukan untuk mengatasi rugi gesek dan angin [6]. Untuk menyimpulkan, dengan meningkatnya beban mekanis, arus armature akan naik dan kecepatan akan turun.

Kecepatan motor shunt akan tetap relatif konstan dari tidak ada beban ke beban penuh. Pada motor yang kecil, itu hanya turun sebesar 10-15 % saat beban penuh ditambahkan. Pada mesin yang besar dropnya bahkan berkurang, sampai sebagian hambatan armature yang paling rendah. Dengan menyesuaikan field rheostat, kecepatan harus dijaga benar-benar konstan sesuai dengan perubahan beban.

Daya Listrik

Daya listrik adalah kekuatan yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha. Daya listrik dinyatakan dalam satuan watt atau *horsepower* (HP), dimana 1 HP setara dengan 746 watt. Watt merupakan unit daya listrik yang setara dengan daya yang dihasilkan oleh perkalian arus 1 Ampere dan tegangan 1 Volt, pada faktor daya satu. Daya aktif adalah daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya seperti energi panas, cahaya, dan mekanik [7]. Daya listrik diberikan simbol P dengan rumus :

$$P = E \times I \text{ Joule}$$

1 joule/ detik disebut juga 1 watt atau 1 joule = watt detik.

Jadi persamaan rumus daya dalam listrik searah adalah :

$$P = E \times I \text{ watt(10)}$$

Dimana :

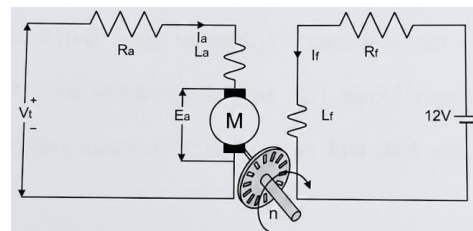
P = daya (watt)

E = Tegangan (Volt)

I = Arus listrik (Ampere)

Hambatan Luar

Hambatan luar pada rangkaian rotornya akan memperbesar torsi awal. Hambatan luar pada motor dapat diatur dengan menggunakan rheostat, yaitu resistor variabel yang digunakan untuk mengontrol arus yang mengalir dalam rangkaian atau sirkuit. Rheostat didesain untuk menangani arus dan tegangan yang tinggi. Selain itu, dalam pengembangan kendaraan listrik, digunakan Simulator Hambatan Jalan yang terdiri dari motor penggerak sebagai simulator kendaraan listrik dan dinamometer sebagai simulator hambatan jalan [8]. Dinamometer adalah perangkat mekanis yang dapat mengukur torsi tertentu dengan dua klasifikasi dasar penyerapan (pasif) dan universal (aktif) [8].



Gambar 7. Rangkaian Ekuivalen Motor DC Penguat Terpisah

Dari keterangan gambar :

V_t/E_A : Tegangan jangkar (V)

M : Motor

I_a/I_f : Arus jangkar (V)

R_a/R_f : Tahanan kumparan jangkar (Ω)

L_a :Induksi kumparan jangkar (Henry)

n : kecepatan jangkar (rad/sec)

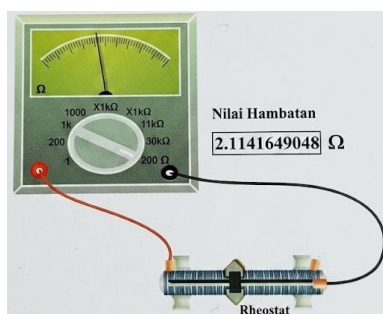
Dalam rangkaian tersebut, komponen hambatan luar yang digunakan adalah rheostat yang nilai hambatannya dapat diubah, sehingga nilai resistansinya akan kita ketahui sesuai dengan kebutuhan.

Rheostat (hambatan Geser)

Rheostat merupakan salah satu jenis potensiometer yang memiliki dua kawat kaki untuk koneksi. Rheostat ini didesain untuk menangani arus dan tegangan yang tinggi yang mana digunakan untuk mengontrol arus yang mengalir dalam rangkaian. Rheostat dapat disesuaikan untuk mengatur kecepatan motor listrik sehingga dapat meningkatkan efisiensi tanpa

mengorbankan performa. Selain itu, penggunaan daya listrik yang efisien sangat penting dalam industri karena motor listrik merupakan salah satu komponen utama yang menggunakan sebagian besar beban listrik total di industri. Dengan menggunakan rheostat, arus yang mengalir dalam rangkaian dapat dikontrol dengan mudah sesuai dengan kebutuhan, sehingga meningkatkan efisiensi penggunaan energi secara keseluruhan, sehingga dapat mengurangi biaya operasional dan meningkatkan produktivitas. Misalnya, Water Rheostat menggunakan air sebagai resistor yang dapat diubah resistansinya dengan mengatur aliran air untuk mengontrol besarnya beban yang diberikan pada baterai litium yang diuji. Pengujian pembebanan baterai lithium-ion menggunakan Water Rheostat untuk monitoring proses dan keluaran [9].

Oleh karena itu sebagian besar rheostat didesain seperti resistor gulungan kawat (wire wound). Biasanya rheostat dibuat dari kawat resistif yang dililitkan membentuk koil toroid dengan penyapu yang bergerak pada bagian atas toroid, menyentuh koil dari satu lilitan ke lilitan berikutnya.



Gambar 8. Pengukuran Nilai Hambatan Rheostat

Dalam struktur rheostat, satu kaki terminalnya dihubungkan dibagian ujung jalur (*track*) dan satu terminalnya lagi dihubungkan pada *wiper* (penyapu) bergerak dari satu ujung ke ujung lainnya, nilai resistansi juga akan berubah dari minimum (0) ke maksimum.

METODE PENELITIAN

Metode Pengumpulan Data

Diperlukan beberapa metode pada penelitian ini

untuk mencapai keberhasilan dalam penelitian, sebagai berikut.

1. Metode Dokumentasi

Dokumentasi yang akan digunakan peneliti adalah data-data yang berhubungan dengan permasalahan-permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini.

2. Metode Observasi

Cara pengambilan data ketempat penelitian serta mencatat hasil penelitian mengenai hal-hal yang perlu sebagai data dalam penelitian.

Diagram Alur

Dalam analisis ini melakukan langkah-langkah kerja supaya terarah dan teratur dapat dilihat pada flowchart gambar Rheostat atau hambatan geser merupakan resistor variabel yang



Gambar 9. Diagram Alur

Variabel Yang Diamati

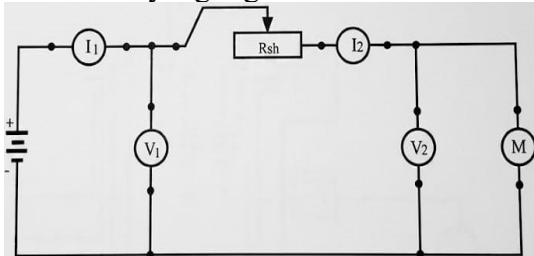
Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah :

- Tegangan (v)
- Daya Keluaran (P out)

- c. Arus beban (I_a)
- d. Resistansi (Ω)
- e. Kecepatan Putaran (N_s)

Gambar Rangkaian

Berikut ini merupakan gambar rangkain tentang motor DC dengan penambahan hambatan luar serta alat ukur yang digunakan.



Gambar 10. Rangkaian Pengujian Hambatan Luar Dengan Rheostat

Keterangan :

I : Arus listrik (A)

V : Tegangan (V)

Rsh : Rheostat (Ω)

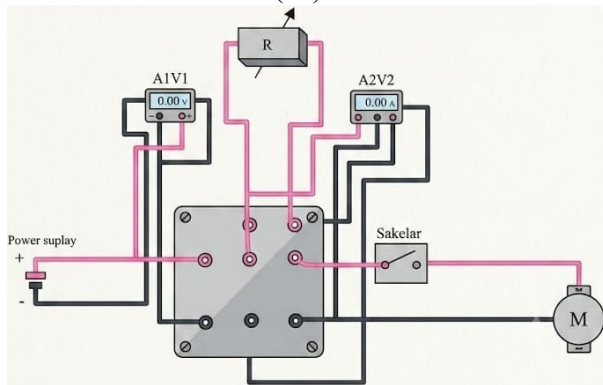
M : Motor

Dimana persamaan arus :

$$I = I_1 + I_{sh}$$

$$I_{sh} = V_2 / R_{sh} \dots\dots\dots(11)$$

$$R_{sh} = V_2 / I_2 \dots\dots\dots(12)$$



Gambar 11. Rangkain Hambatan Luar

Keterangan gambar :

R : Rheostat

A1V1 : Alat ukur 1

A2V2 : Alat ukur 2

M : Motor

Rangkaian hambatan luar ini disambungkan dengan power suplay DC, dan rheostat 300 Ω – 1 Ampere sebagai alat tambahan dengan melakukan uji coba hambatan luar dengan beban motor DC 12 Volt denga daya 25 Watt sebelum menuju beban uji, dipasangkan alat ukur digital, ampere dan voltmeter untuk

mengetahui arus dan tegangan yang masuk dari catu daya. Setelah itu dipasang alat ukur ampere dan voltmeter untuk mengetahui arus dan tegangan yang mengalir dari rheostat yang mengalir pada motor tersebut setelah motor bekerja. Pengukuran arus dan tegangan pada rheostat dilakukan pengulangan sebanyak sepuluh kali atau sampai putaran motor nol. Data pengukuran ini selanjutnya dibandingkan nilai kuat arus dengan tegangan awal pada saat uji beban motor.



Gambar 12. Pengujian hambatan luar

Alat dan Bahan yang Digunakan

- a. Alat Ukur Ampere dan Voltmeter DC
alat ukur ini satu alat untuk dua pengukuran yang dilengkapi dengan frame, tulisan besar dan terang. Alat ini mampu mengukur arus 10 Ampere dan tegangan 0-100 Volt dengan akurasi yang tinggi hingga 0,2 Ampere dan 0,01 Volt. Kedua jenis pengukuran ini ditampilkan secara bersamaan.
- b. Multimeter
Alat ini berfungsi untuk mengukur tegangan listrik, arus listrik dan tahanan. Sedangkan pada perkembangan nya alat ini bisa juga digunakan untuk mengatur temperatur, induktansi, dan frekuensi.
- c. Motor Listrik DC

Kapasitas motor yang digunakan dalam pengukuran adalah 12 Volt, 2, 2 Ampere dengan daya 25 Watt.

d. Solder

Solder adalah alat pemanas yang digunakan untuk melelehkan timah, memungkinkan timah tersebut menempel dengan mudah pada kaki-kaki komponen. Dengan cara ini, komponen dapat menyatu pada jalur pada papan sirkuit atau *printed circuit board (PCB)*

e. Rheostat

Rheostat (hambatan geser) adalah resistor variabel yang digunakan untuk mengontrol arus yang mengalir dalam rangkaian atau sirkuit.



Gambar 13. Rheostat J2354 dengan kapasitor 300 Ω-1A

Prosedur Pengukuran

- periksa dan pastikan rangkaian dalam keadaan baik.
- periksa setiap kabel penghantar dalam keadaan terhubung
- sambungkan power supply dari sumber catu daya
- ukur nilai hambatan dari rheostat yang akan ditentukan
- kemudian tekan tombol sakelar untuk motor
- setelah itu motor akan berputar dan nilai arus dan tegangan akan muncul pada alat ukur tersebut
- catat nilai dan angka yang akan timbul pada alat ukur tersebut
- kemudian ukur putaran motor (RPM) dengan alat ukur tachometer dan catat nilai dari putaran tersebut.

Tabel 1. Hasil Pengukuran

NO	Posisi Tahanan Geser (Ω)	Tegangan Beban (V)	Arus tanpa Beban (A)	Arus Beban (A)	Putaran Motor (Rpm)
1	0	12,3	0,24	0,26	723,8
2	10	10,3	0,23	0,24	255,1
3	20	8,6	0,21	0,23	213,4
4	30	6,9	0,20	0,22	178,4
5	40	5,7	0,18	0,21	143,0
5	50	4,6	0,17	0,19	122,9
6	60	4,6	0,17	0,19	122,9
7	60	3,6	0,16	0,18	114,8
8	70	2,6	0,15	0,17	66,8
9	80	1,8	0,14	0,16	63,4
10	90	0,3	0,14	0,16	0

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Pengukuran

Dari hasil pengukuran rangkaian modul hambatan luar kumparan rotor belitan pada motor DC, maka besar daya rata-rata berdasarkan persamaan berikut ini.

$$\begin{aligned}
 P &= E \times I \dots\dots\dots(10) \\
 &= 10,3 \times 0,24 \\
 &= 2,472 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Dengan cara perhitungan yang sama, maka hasil pengukuran dari tabel 1 besaran daya aktif yang dikonsumsi oleh beban adalah :

Tabel 2. Besar Daya Yang Dikonsumsi Beban

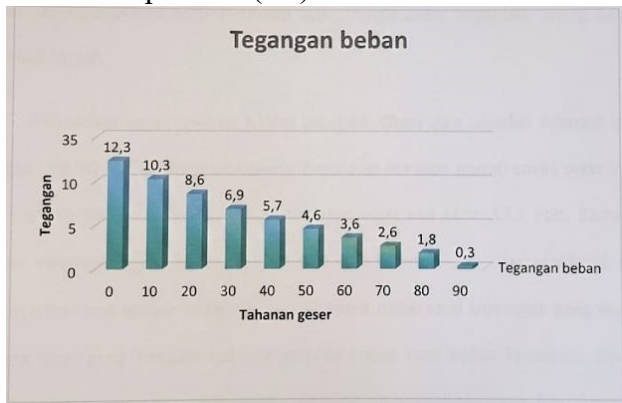
No	Posisi Tahanan Geser (Ω)	Tegangan Beban (V)	Arus Beban (A)	Putaran Motor (Rpm)	Daya (W)
1	0	12,3	0,26	723,8	3,198
2	10	10,3	0,24	255,1	2,472
3	20	8,6	0,23	213,4	1,978
4	30	6,9	0,22	178,4	1,518
5	40	5,7	0,21	143,0	1,197
6	50	4,6	0,19	122,9	0,874
7	60	3,6	0,18	114,8	0,648
8	70	2,6	0,17	66,8	0,442
9	80	1,8	0,16	63,4	0,288
10	90	0,3	0,16	0	0,048

Pembahasan

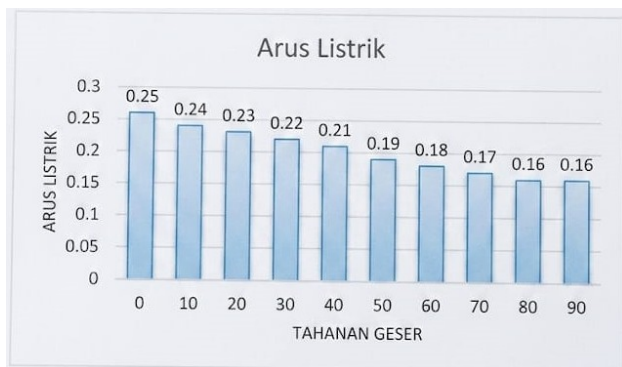
Dari hasil pengukuran (tabel 1) dan dari hasil perhitungan (tabel 2) tahanan geser yang terpasang terlihat bahwa, untuk tegangan sebelum dihubungkan dengan beban, tegangan maksimum yang terbaca pada alat ukur 12,3 Volt. Dengan putaran 723,8 rpm.

Saat diberi tahanan geser 10 Ω, tegangan beban yang terbaca pada alat ukur

turun menjadi 10,3 Volt dan arus beban 0,24 Ampere, terlihat dari gambar grafik, bahwa makin besar tahanan geser yang terpasang, tegangan, arus, dan daya aktif juga semakin kecil. Untuk tahanan geser 90 Ω , tegangan beban 0,3 Volt, arus beban 0,16 Ampere dan daya aktif 0,048 Watt sehingga putaran motor DC dalam posisi 0 (off).



Gambar 14. Grafik Nilai Tegangan Terhadap Tahanan



Gambar 15. Grafik Nilai Arus Terhadap Tahanan

Analisa

Rheostat (tahanan geser) adalah resistor variabel yang digunakan untuk mengontrol arus yang mengalir dalam rangkaian atau sirkuit. Kestabilan rheostat dapat mempengaruhi oleh beberapa hal, yaitu arus, tegangan, daya, dan jumlah putaran motor.

Perubahan besar antara putaran motor sebelum diberi dan sudah tahanan geser sangat terlihat jelas perbandingannya, pada saat tahanan geser pada posisi 0, putaran motor 723,8 rpm dan tegangannya 12.3 Volt. Pada saat diberi geser 10 Ω , maka putaran motor turun menjadi 255,1rpm. Kemudian diberi tahanan geser 90 Ω , maka tegangan yang muncul pada

alat ukur menjadi 0,3 dan putaran motor mati (tidak berputar). Terlihat dari hasil dan grafik tersebut, bahwa semakin besar tahanan yang diberikan maka arus, tegangan dan putaran motor menjadi akan semakin kecil (menurun)

SIMPULAN

Dari hasil pengukuran dan pembahasan dapat diambil kesimpulan yaitu Rheostat atau biasa dikenal dengan tahanan geser berfungsi untuk mengendalikan arus serta untuk mengubah resistansi dalam suatu rangkaian. Pada beban sebelum diberikan tahanan geser atau posisi 0, maka putaran motor adalah 723,8 dan tegangan yang terbaca 12,3 Volt. Pada saat diberi geser 10 Ω , maka putaran motor turun menjadi 255,1rpm. Kemudian diberi tahanan geser 90 Ω , maka tegangan yang muncul pada alat ukur menjadi 0,3 dan putaran motor mati (tidak berputar). Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar tahanan yang diberikan maka arus, tegangan dan putaran motor menjadi akan semakin kecil (menurun).

DAFTAR PUSTAKA

- A. Mulya, "Analisa kecepatan dan torsi motor dc setelah melakukan modifikasi jangkar pada motor dc", Tesis, UNSRI, Juli 2020.
- A.R.Agustin, dkk, "pengaruh hubungan resistor terhadap arus dan tegangan pada rangkaian listrik", Journal of Science Education, Vol.4 no.2, pp.1-18, 2024. DOI: <https://doi.org/10.18860/experiment.v4i2.27664>
- D. Asmono, "Pengukuran energi listrik tidak langsung menggunakan kwh meter dan kvarh meter", Jurnal TEDC, Vol.8 no.3, pp. 198-204, 2014.
- Dewanta, dkk, "Rancang bangun water rheostat untuk beban tiruan dalam pengujian baterai lithium-ion", Thesis, Politeknik Negeri Bali, 2023.

- Irawan, M.R. Davyanto, “Implementasi Kendali PID pada Beban Motor sebagai Simulator Hambatan Jalan”, Repositori Polman-Bandung, 2024.
- R.A. Fadli, “Perancangan, pembuatan dan pengujian tangan bionik transradial mekanisme enam batang dengan *surface electromyography* (sEMG)”, Skripsi, Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara, ITB, September 2019.
- R.J. Wijaya, “Hubungan Kecepatan Putar (RPM) dan Torsi pada Motor Induksi”, Seminar Nasional Teknik Elektro, Vol.4, no.1, pp.109-120, September 2025. DOI: <https://doi.org/10.46962/snte.25.077>
- R.S, Lubis, dkk, “Karakteristik dinamik mesin listrik pada variasi beban dan kondisi operasi”, Jurnal Media Akademik (JMA), Vol.3 no.12, 2025
- S.R.N, Afriyani, “Komponen-komponen mesin listrik, transformator, Motor DC, Generator DC”, Akademia.edu, 2021.