

DESAIN PENGATURAN KECEPATAN MOTOR DC MENGGUNAKAN PENGATURAN TAHANAN JANGKAR TERHADAP EFISIENSI MOTOR DC SERI

Nama: Rizki Arief Ramadhan¹

NIM: 16 1062 1025

Dosen Pembimbing I: M. Aan Auliq²

Dosen Pembimbing II: Aji Brahma Nugroho³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Jember, Indonesia

ABSTRACT

Direct current motor have many applications in the modern industry. The benefit of direct current motor is in the speed control. The direct current motor is easier to be controlled especially in the angular speed rather than others motor type. The speed setting of direct current motor can be done by Armature Circuit Resistance Control method. This motor rotation setting is done by changing the amount of armature circuit resistance. This research was done by some amount resistance which are 0, 0.05, 0.1, 0.15 and 0.2 Ω . Based on the testing result of series DC motor can be concluded that the greater the amount of armature resistance so the smaller the efficiency value. On the other side, the smaller the amount of armature resistance so the greater the efficiency value. Besides, in the series DC motor can be obtained the highest rotation was 14297 rpm when the amount of armature resistance 0 Ω and the lowest rotation was 6076 rpm when the amount of armature resistance 0,2 Ω . The highest efficiency was 84,5% when the armature resistance 0 Ω and the lowest efficiency was 60,4% when the armature resistance 0,2 Ω .

Keywords: DC Motor, The Armature Resistance, The Efficiency

1. PENDAHULUAN

Motor arus searah adalah sebuah mesin arus searah yang mengubah energi listrik arus searah menjadi energi mekanik dengan memanfaatkan prinsip induksi elektromagnetik. Secara umum ada tiga metode pengaturan yang sering digunakan untuk mengatur kecepatan motor yaitu pengaturan arus medan (*Field Current Control*), pengaturan tahanan rangkaian jangkar (*Armature Circuit Resistance Control*), pengaturan tegangan terminal jangkar (*Armature Terminal Voltage Control*).

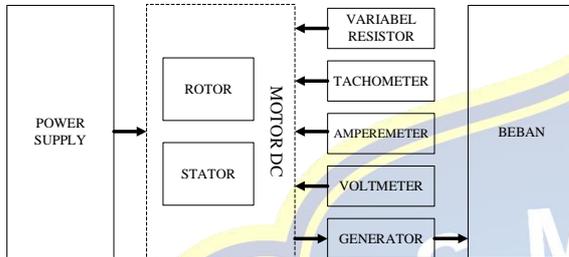
Pada penelitian yang dilakukan oleh Abdul Rachman Hakim Nasution, (2010), Universitas Sumatera Utara yang berjudul "*Pengaruh Pengaturan Kecepatan Motor DC Menggunakan Pengaturan Tahanan Jangkar Terhadap Efisiensi Motor DC Shunt*" diperoleh kesimpulan bahwa semakin turun kecepatan motor DC *shunt* akibat pengaturan tahanan jangkar, maka nilai dari efisiensi motor tersebut juga semakin kecil dan semakin besar nilai tahanan yang ditambahkan untuk pengaturan kecepatan motor ini semakin rendah nilai efisiensi motor DC *shunt*.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Bambang Hidayat, Syamsul Amien, (2014), Universitas Sumatera Utara yang berjudul "*Pengaruh Pengaturan Kecepatan Menggunakan Metode Pengaturan Fluksi Terhadap Efisiensi Pada Motor Arus Searah Kompon*" diperoleh kesimpulan bahwa semakin kecil nilai arus medan akan menyebabkan semakin rendah fluksi yang dihasilkan sehingga menyebabkan kenaikan kecepatan putaran dan motor arus searah kompon pendek memiliki kecepatan terendah 1400 rpm dengan efisiensi 43,63% dan kecepatan tertinggi 1900 rpm dengan efisiensi 45,65% sedangkan pada motor arus searah kompon panjang memiliki kecepatan terendah 1400 rpm dengan efisiensi 39,14% dan kecepatan tertinggi 1850 rpm dengan efisiensi 43,14%.

Dengan adanya beberapa metode pengaturan kecepatan dan beberapa penelitian terdahulu dari motor DC, maka penulis ingin meneliti bagaimana pengaruh pengaturan kecepatan terhadap nilai efisiensi dari motor DC dengan penguatan seri menggunakan pengaturan tahanan jangkar.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini terdapat beberapa komponen yang tersusun di dalam *trainer* motor DC seri yang digunakan untuk pengambilan data penelitian. Komponen-komponen tersebut dijelaskan dalam diagram blok di bawah ini.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem *Trainer* Motor DC Seri.

Berikut ini adalah *trainer* motor DC seri yang digunakan dalam penelitian seperti pada gambar 2 dengan spesifikasi pada tabel 1.

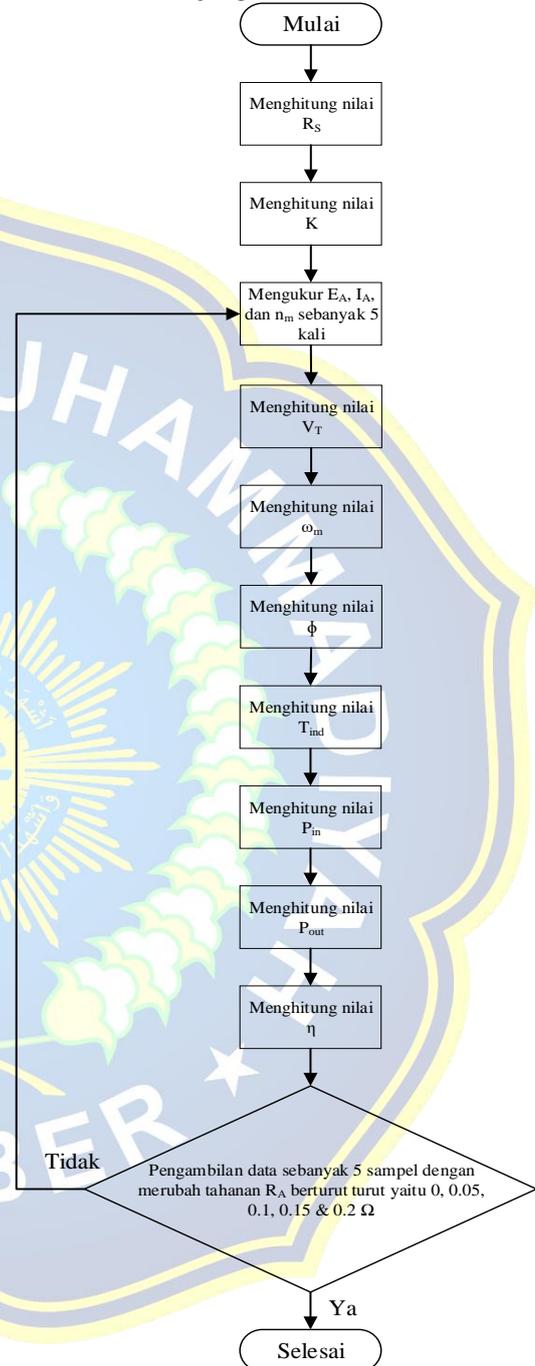


Gambar 2. *Trainer* Motor DC Seri.

Tabel 1. Spesifikasi Motor DC Seri.

Spesifikasi	Data
Tipe	S70-02 Series
Tegangan input	12 VDC
Daya input	140 W (<i>no load</i>)
Arus jangkar	12 A (<i>no load</i>)
Kecepatan sudut	16000 rpm (<i>no load</i>)
Jumlah kutub	2 kutub
Jumlah lilitan rotor	4 lilitan
Jumlah segmen rotor	12 segmen
Kelipatan lilitan rotor	1 kali
Jenis lilitan rotor	jerat (<i>lap winding</i>)
Diameter lilitan rotor	1 mm
Jumlah lilitan stator	15 lilitan
Diameter lilitan stator	1,5 mm
Ketebalan stator	20 mm

Berikut ini *flowchart* atau diagram alur penghitungan efisiensi motor DC seri terhadap perubahan tahanan jangkar.



Gambar 3. *Flowchart* Penghitungan Efisiensi Motor DC Seri.

Keterangan:

- R_S : tahanan medan (Ω)
- K : nilai konstanta motor
- E_A : tegangan jangkar (V)

I_A	: arus jangkar (A)
n_m	: kecepatan rotor (rpm)
V_T	: input tegangan (V)
ω_m	: kecepatan sudut (rad/s)
ϕ	: nilai fluks (Wb)
τ_{ind}	: torsi induksi (Nm)
P_{in}	: daya input (Watt)
P_{out}	: daya output (Watt)
η	: efisiensi motor DC

Pada flowchart di atas dijelaskan untuk langkah pertama adalah melakukan penghitungan nilai tahanan medan (R_S) yang kemudian dilanjutkan dengan penghitungan nilai konstanta motor (K) dan dilanjutkan dengan pengukuran tegangan jangkar (V_T), arus jangkar (I_A) dan kecepatan rotor (n_m) setelah selesai maka dilanjutkan dengan menghitung input tegangan (V_T), kecepatan sudut (ω_m), fluks (ϕ), torsi induksi (τ_{ind}), daya input (P_{in}), daya output (P_{out}) dan efisiensi motor DC (η). Setelah penghitungan efisiensi pada salah satu konfigurasi pengaturan tahanan jangkar selesai, maka dilanjutkan dengan penghitungan konfigurasi pengaturan tahanan jangkar yang lain yaitu masing-masing 0, 0.05, 0.1, 0.15, dan 0.2 Ω .

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini adalah hasil analisa data yang merupakan hasil pengukuran dan penghitungan parameter-parameter pada motor DC seri yang bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh perubahan nilai tahanan jangkar terhadap efisiensi motor DC seri yang kemudian ditampilkan pada tabel 2 sampai tabel 4.

Tabel 2. Hasil Analisa Data (1).

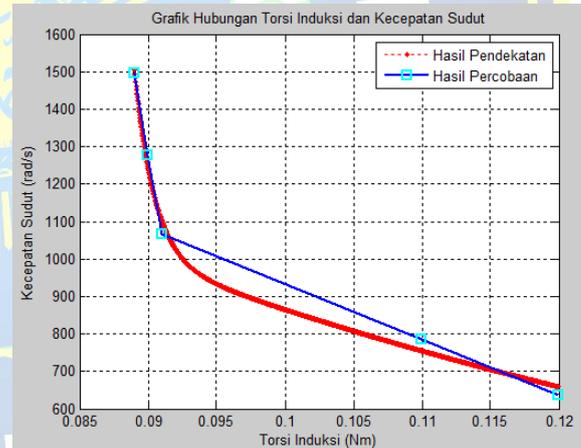
NO	R_A (Ω)	R_S (Ω)	K	E_A (V)	I_A (A)	V_T (V)
1.	0	0,11	15,3	9,1	14,7	10,72
2.	0,05	0,11	15,3	8,4	13,7	10,6
3.	0,1	0,11	15,3	7,1	13,6	9,96
4.	0,15	0,11	15,3	6,4	13,2	9,83
5.	0,2	0,11	15,3	5,8	12,9	9,8

Tabel 3. Hasil Analisa Data (2).

NO	R_A (Ω)	n_m (rpm)	ω_m (rad/s)	ϕ (Wb)
1.	0	14297	1496	$3,976 \times 10^{-4}$
2.	0,05	12205	1277	$4,3 \times 10^{-4}$
3.	0,1	10174	1065	$4,36 \times 10^{-4}$
4.	0,15	7510	786	$5,32 \times 10^{-4}$
5.	0,2	6076	636	$5,96 \times 10^{-4}$

Tabel 4. Hasil Analisa Data (3).

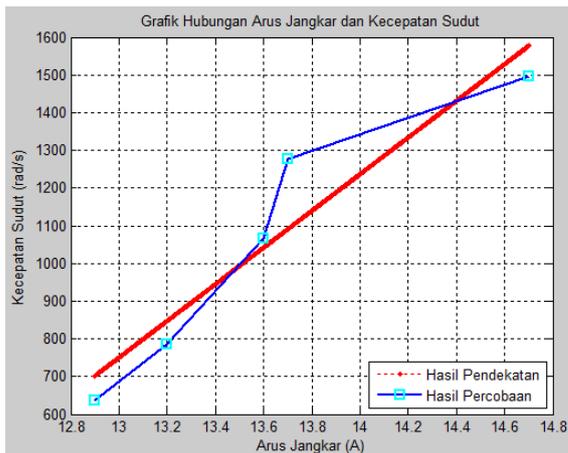
NO	R_A (Ω)	T_{ind} (Nm)	P_{in} (W)	P_{out} (W)	η (%)
1.	0	0,089	157,6	133,1	84,5
2.	0,05	0,09	145,2	114,9	79,1
3.	0,1	0,091	135,5	96,9	71,5
4.	0,15	0,11	129,8	86,5	66,6
5.	0,2	0,12	126,4	76,3	60,4



Gambar 4. Grafik Hubungan Torsi Induksi (T_{ind}) dengan Kecepatan Sudut (ω_m).

Pada grafik di atas dapat disimpulkan bahwa saat kecepatan sudut tinggi yaitu 1496 rad/s torsi induksi yang dihasilkan rendah 0,089 Nm, namun sebaliknya ketika kecepatan sudut rendah yaitu 636 rad/s torsi induksi yang dihasilkan paling tinggi 0,12 Nm, dengan persamaan garis yang dibentuk dari grafik adalah:

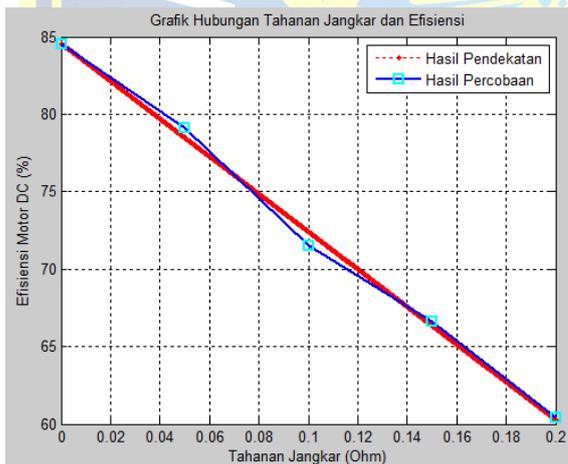
$$f(x) = 0,2363e^{-9,859x} + 864,6e^{-0,1927x} \quad (1)$$



Gambar 5. Grafik Hubungan Arus Jangkar (I_A) dengan Kecepatan Sudut (ω_m).

Pada data di atas dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai arus jangkar pada motor DC seri maka semakin besar juga nilai kecepatan sudut yang dihasilkan, sebaliknya semakin kecil nilai arus jangkar pada motor DC seri maka semakin kecil juga nilai kecepatan sudut yang dihasilkan. Persamaan linier dari grafik di atas adalah:

$$486,3x - y = 5572 \quad (2)$$



Gambar 6. Grafik Hubungan Tahanan Jangkar (R_A) dengan Efisiensi (η).

Pada data di atas dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai tahanan jangkar yang digunakan pada motor DC seri maka efisiensinya semakin rendah dan berlaku juga sebaliknya. Persamaan linier dari grafik di atas adalah:

$$y + 121,4x = 84,56 \quad (3)$$

4. KESIMPULAN

- 1) Torsi induksi terendah pada motor DC seri adalah pada nilai 0,089 Nm dengan kecepatan sudut 1496 rad/s dan torsi induksi tertinggi pada 0,12 Nm dengan kecepatan sudut 636 rad/s.
- 2) Arus jangkar terendah pada motor DC seri adalah pada nilai 12,9 A dengan kecepatan sudut yang dihasilkan 1496 rad/s dan arus jangkar tertinggi pada nilai 14,7 A dengan kecepatan sudut yang dihasilkan 636 rad/s.
- 3) Efisiensi terendah yang dihasilkan oleh motor DC seri adalah pada nilai 60,4% dengan tahanan jangkar 0,2 Ω dan efisiensi tertinggi pada nilai 84,5% dengan tahanan jangkar 0 Ω .

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bagia, I Nyoman & I Made Parsa. (2018). *Motor-Motor Listrik*. CV. Rasi Terbit: Kupang.
- [2] Bakshi, U. A. & M. V. Bakshi. (2008). *D.C. Machines and Transformers 1st edition*. Technical Publications Pune: India.
- [3] Chapman, J. S. (2012). *Electric Machinery and Power System 5th edition*. McGraw Hill: US.
- [4] Hidayat, Bambang & Syamsul Amien. (2014). *Pengaruh Pengaturan Kecepatan Menggunakan Metode Pengaturan Fluksi Terhadap Efisiensi Pada Motor Arus Searah Kompon*. November 2014. Universitas Sumatera Utara, Teknik Elektro.
- [5] Rahman H. N., Abdul. (2010). *Pengaruh Pengaturan Kecepatan Motor DC Menggunakan Pengaturan Tahanan Jangkar Terhadap Efisiensi Motor DC Shunt*. Februari 2010. Universitas Sumatera Utara, Teknik Elektro PPSE. Medan.
- [6] Saleh, Rosary (2009). *Diktat Matakuliah Fisika Dasar 2*. (n.d). Universitas Indonesia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. www.scele.ui.ac.id.
- [7] Sutiagah, Agah & Farid Mulyana. (2013). *Teknik Kelistrikan dan Elektronika Instrumentasi Buku I*. BSE: Jakarta.