

Rancang Bangun Sistem Pengujian Performa Magneto Pesawat Cessna 172SP

Choirul Huda^{1*}, Herry Setyawan¹, Aji Brahma Nugroho¹, Iswahyudi¹

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Jl. Karimata 49, Jember 68121, Jawa Timur, Indonesia
E-mail: choirulhuda8288@gmail.com

Naskah Masuk: 12 Agustus 2023; Diterima: 11 Agustus 2024; Terbit: 31 Agustus 2024

ABSTRAK

Abstrak - *Magneto* adalah komponen yang berperan penting dalam performa pembakaran mesin pesawat Cessna 172SP. Komponen *magneto* jarang sekali dilakukan perawatan terkecuali pada saat terjadi kegagalan dalam sistem pembakaran, terdapat perbedaan drop 50 rpm dari kedua *magneto* yang melebihi batas *magneto drop* sesuai acuan buku, kegagalan fungsi dari kondensor, dan perubahan sudut timing pada *magneto* yang berpengaruh pada performa *magneto* cessna 172SP. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan desain rancang bangun sistem pengujian performa *magneto* cessna 172SP. Metode penelitian yang digunakan adalah membuat desain rancangan *prototipe* yang menggunakan sensor tegangan, sensor rpm dan sensor suhu. Semakin cepat perubahan fluks magnetik semakin besar tegangan yang diinduksi dalam kumparan. Semakin besar daya listrik *input* yang masuk pada motor DC semakin besar Rpm yang dihasilkan. Suhu cenderung berubah nilainya disebabkan panas yang timbul pada koil akibat adanya perubahan energi listrik menjadi energi panas. Dapat dikatakan suhu menghasilkan nilai relatif konstan di 27°C dengan nilai *output* tegangan yang dihasilkan *delco*. Tegangan *input* dapat memberikan variasi putaran rpm yang diinginkan, dimana semakin tinggi tegangan *input* yang diberikan maka tegangan *output* yang dihasilkan akan semakin besar. Hubungan tegangan *input* dan putaran motor rpm dapat memberikan *torsi* putaran motor magnet.

Kata kunci: Cessna 172SP, Coil Delco, Output Tegangan, RPM, Temperatur

ABSTRACT

Abstract - *Magneto* is a component that plays an important role in the combustion performance of the Cessna 172SP aircraft engine. Component *magneto* maintenance is rarely carried out except when there is a failure in the combustion system, there is a 50 rpm drop difference from the two *magneto* which exceeds the limit *magneto drop* according to the reference book, a malfunction of the condenser, and a change in the timing angle on *magneto* which affects performance *magneto* cessna 172sp. The purpose of this research is to obtain the design of *magneto* cessna 172SP performance testing system. The research method used is to make *prototype* design designs that use voltage sensors, rpm sensors and temperature sensors. The faster the magnetic flux changes the greater the voltage induced in the coil. The greater the input electrical power that enters the DC motor, the greater the Rpm produced. Temperature tends to change in value due to the heat that arises in the coil due to changes in electrical energy into heat energy. It can be said that the temperature produces a constant relative value at 27°C with the value of the output voltage generated by *delco*. The input voltage can provide the desired rpm rotation variation, where the higher the input voltage is given, the greater the resulting output voltage will be. The relationship between the input voltage and the rpm motor rotation can provide a magnetic motor rotation torque.

Keywords: Cessna 172SP, Coil Delco, Output Tegangan, RPM, Temperature

Copyright © 2024 Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)

1. PENDAHULUAN

Magneto adalah bagian dari *ignition system* yang berguna untuk menghasilkan arus tegangan tinggi dan didistribusikan ke setiap busi sesuai dengan *Firing Order* (urutan penyalaan pada busi). Busi adalah *part engine* yang menghasilkan percikan bunga api dari tegangan tinggi yang dihasilkan *magneto* pesawat Cessna 172SP. Pesawat Cessna 172SP yang digunakan secara terus – menerus dapat menjadi salah satu penyebab kerusakan ataupun *dislocation* dari komponen di dalamnya. Salah satu komponen yang sering terkena imbas dari kesalahan pemakaian *magneto*, hal ini disebabkan oleh kesalahan dalam starting pesawat atau *training emergency shutdown engine* saat diudara, sehingga menyebabkan *magneto* mengalami kegagalan fungsi [1].

Kegagalan fungsi *magneto* dipengaruhi oleh waktu yang diatur secara internal sehingga energi gelombang dapat dikirim ke busi pada puncak gelombang. Fungsi pengaturan waktu digunakan untuk memutus energi pada kapasitor yang disebut pengaturan waktu *magneto* internal atau *E-gap. A flywheel*

magneto menghasilkan sinyal sudut pertama dan kedua dalam sinkronisasi putaran mesin pembakaran internal. Sinyal sudut kedua memiliki lebar pulsa dan interval waktu sudut sinyal dipengaruhi sinyal pertama. Interval waktu pengapian mengubah sinyal pertama menjadi pulsa persegi panjang dan sinyal kedua dihubungkan ke *ground* untuk mencapai sinyal pulsa terakhir dengan rentang kecepatan mesin yang tinggi serta sedang [2].

Kecepatan mesin harus dijaga tetap ideal dengan parameter temperatur 175°F , *condenser* $35\text{ MFD} \pm 10\%$, *primary coil* $50-1,2\Omega$, *secondary coil* $13.000-20.500\Omega$, dan tegangan *output* yang dihasilkan [3]. Disisi lain, *magneto* pesawat Cessna 172SP tidak dapat diukur karena mengalami kendala pada alat ukur seperti *test running engine*. *Test running engine magneto* membutuhkan putaran antara 30-3000 rpm [4] dengan perbedaan sinyal sudut dari $20^{\circ}, 23^{\circ}, 25^{\circ}$. Hal ini mempengaruhi perbedaan daya letup busi pada RPM 1800 pada setiap percobaan *magneto drop* [1]. Fenomena yang ditemukan dilapangan adalah komponen *magneto* tidak dilakukan perawatan kecuali pada saat terjadi kegagalan dalam sistem pembakaran. Perbedaan *magneto drop* pada 50 rpm menyebabkan kegagalan fungsi kapasitor, perubahan percikan bunga api dan perubahan sudut *timing* pada *magneto* yang berpengaruh pada performa *magneto* Cessna 172SP.

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan penelitian yang dapat menjaga kecepatan mesin (rpm) yang ideal, temperatur, dan tegangan *output* *magneto*. Oleh sebab itu, perancangan *prototipe magneto* Pesawat Cessna 172SP diusulkan dengan integrasi sensor suhu, tegangan, dan rpm untuk menghasilkan parameter yang mendekati kondisi di lapangan. Penelitian digunakan sebagai referensi bagi *engineer* pada sistem perawatan Pesawat Cessna 172SP.

2. KAJIAN PUSTAKA

4.2 Cessna 172SP

Cessna 172S adalah pesawat sayap tetap empat kursi, bermesin tunggal, sayap tinggi (*high wing*) yang dibuat oleh *Cessna Aircraft Company*, struktur terbuat dari logam, mesin normal aspirated tidak dilengkapi dengan turbocharge sistem. Cessna 172S ditenagai oleh mesin *Lycoming IO-360-L2A*. Mesin berpenggerak langsung, pemasangan *cylinder* berlawanan secara horizontal, suplai bahan bakar dengan sistem injeksi, berpendingin udara, dan roda pendarat tetap (*non retractable*). Tenaga mesin maksimum adalah 180 daya kuda pada 2700 RPM [5].

4.3 Ignition System

Sistem pengapian *magneto* atau Digital Otoritas Penuh elektronik Sistem Kontrol Mesin (*FADEC*) untuk mesin bolak-balik. Sistem pengapian juga dapat diklasifikasikan sebagai tunggal yaitu terdiri dari satu *magneto* serta kabel yang diperlukan, digunakan dengan *magneto* tunggal lainnya pada mesin yang sama, dan pada sistem pengapian *magneto* ganda, umumnya menggunakan satu magnet berputar yang mengumpankan dua *magneto* lengkap dalam satu rumah *magneto* [6].

4.4 Prinsip Operasi Sistem Pengapian Magneto

Magneto, tipe khusus dari mesin yang digerakkan secara bergantian generator arus (AC), menggunakan magnet permanen sebagai sumber energi. Dengan menggunakan magnet permanen, kumparan kawat, dan gerakan relatif medan magnet, arus dihasilkan dalam kawat. *Magneto* menghasilkan tenaga listrik dengan memutar magnet permanen dan menginduksi arus untuk mengalir di gulungan kumparan. Saat arus mengalir melalui gulungan koil menghasilkan magnet yang mengelilingi gulungan kumparan. Pada waktu yang tepat, aliran arus ini dihentikan dan medan magnet runtuh melintasi rangkaian belitan kedua dalam koil dan tegangan tinggi dihasilkan [6].

4.5 Ignition Coil dan Distributor Delco

Sistem pengapian konvensional berfungsi untuk menghasilkan percikan api yang kuat dan tepat untuk melakukan pembakaran berupa campuran udara dan bahan bakar di dalam ruang bakar atau mesin. *Output* tegangan tinggi yang dihasilkan yaitu 10.000 V lebih. Komponen sistem pengapian terdiri dari kunci kontak, baterai, koil, distributor, kabel tegangan tinggi, dan busi. Di dalam distributor terdapat beberapa komponen pendukung lainnya yaitu kontak pemutus (atau pulse generator pada sistem pengapian elektronik), kondensor, *cam*, vakum dan *sentrifugal advancer* [7].

4.6 Medan Elektromagnetik

Hubungan antara tegangan (V) dan jumlah lilitan (N) kali fluks magnet (Φ) terhadap waktu (t) dapat dijelaskan oleh hukum induksi elektromagnetik Faraday. Hukum ini menyatakan bahwa tegangan yang diinduksi dalam suatu rangkaian kumparan (disebut juga EMF, *electromotive force*) proporsional terhadap perubahan fluks magnetik dalam kumparan tersebut [8]. Secara matematis, hubungan ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$V = -N d\Phi/dt \quad (1)$$

Di mana:

V = Tegangan yang diinduksi dalam kumparan (volt).

N = Jumlah lilitan kumparan.

Φ = Fluks magnetik yang melintasi kumparan (weber).

t = Waktu (detik).

$\frac{d\Phi}{dt}$ = Perubahan fluks magnetik terhadap waktu (weber/detik atau tesla per detik).

4.7 Motor Magnet

Motor magnet permanen pertama kali ditemukan oleh Howard Johnson di Tahun 1980-an. Prinsip kerjanya berdasarkan gaya tolak menolak magnet sejenis yang dipasang pada rotor dan stator. Gaya tolak diubah menjadi energi putar. Konstruksi utama dari motor magnet permanen terdiri dari rotor dan stator. Rotor memiliki sumbu putar yang memungkinkan bagian ini berputar karena daya dorong yang didapatkan dari gaya tolak menolak magnet yang ada dikedua bagian utama motor magnet permanen tersebut [9].

$$\text{Torsi Mekanis } \tau_m = F \cdot r \quad (2)$$

$$F = F_2 - F_1 \quad (3)$$

$$r = \text{diameter puli} \quad (4)$$

$$\text{Torsi Elektris } \tau_e = P/\omega \quad (5)$$

$$\tau_e = V \cdot I \text{ (Watt)} \quad (6)$$

$$\omega = \frac{2\pi f N}{60} \quad (7)$$

4.8 Sensor Tegangan ZMPT101B

Modul sensor tegangan ZMPT101B adalah sensor tegangan yang dibuat dari trafo tegangan ZMPT101B. Sensor tegangan ini memiliki akurasi tinggi, konsistensi yang baik untuk pengukuran tegangan dan daya, serta dapat mengukur hingga 250V AC. Sensor tegangan mudah digunakan dan dilengkapi dengan potensiometer trim multi putaran untuk menyesuaikan *output* ADC. Analisis dalam makalah ini cenderung menemukan hubungan yang lebih akurat antara tegangan *input* dan *output* ADC dengan analisis regresi. *Output* ADC disesuaikan menggunakan trimpot ke nilai yang sesuai terhadap *input* referensi [10].

4.9 Sensor Suhu LM35

Sensor suhu LM35 merupakan sensor temperatur yang berbentuk rangkaian terintegrasi, dan mempunyai *output* tegangan yang merubah linier, serta proporsional terhadap temperatur skala (*Celsius*) yaitu 10 mV/oC. Sensor suhu LM35 yang mempunyai 3 pin, yaitu pin 1 berfungsi sebagai sumber tegangan kerja dari LM35, pada pin 2 atau kaki tengah digunakan sebagai tegangan keluaran V_{out} pada jangkauan kerja dari 0 volt hingga 1,5 volt dengan tegangan operasi sensor LM35 yang dapat digunakan antara 4 volt sampai 30 volt, sedangkan untuk pin 3 berfungsi sebagai ground [11].

4.10 IR Sensor RPM

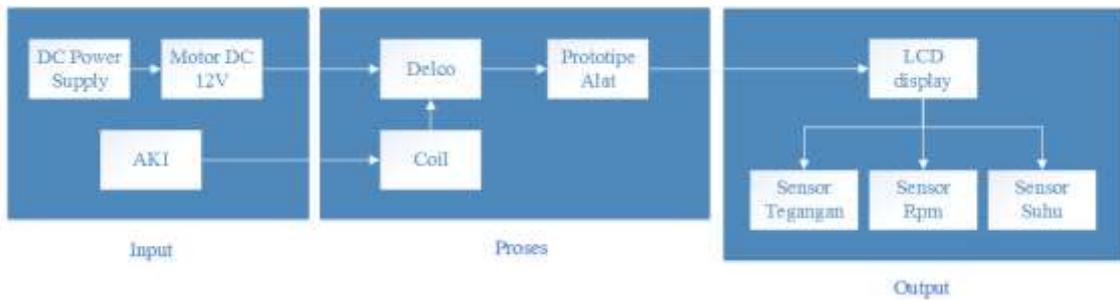
Sensor infra merah adalah alat elektronik yang digunakan untuk merasakan karakteristik tertentu dari lingkungannya dengan memancarkan radiasi infra merah. Penggunaan sensor cahaya tertentu untuk mendeteksi panjang gelombang cahaya dalam spektrum IR. Menggunakan LED yang menghasilkan cahaya pada panjang gelombang yang dideteksi sensor, dapat mempelajari intensitas cahaya yang diterima. Pada saat objek berada di dekat sensor, maka cahaya dari LED memantul dari objek dan masuk ke sensor cahaya. Peningkatan energi dalam intensitas skala besar dapat dideteksi menggunakan ambang batas. Sensor infra merah ini juga mampu mengukur panas yang dipancarkan oleh suatu objek dan mendeteksi gerakan. *Transceiver* IR digunakan di sini untuk menentukan jumlah putaran poros motor per detik. Ini dilakukan dengan menghitung berapa kali slot berhadapan dengan pasangan penerima pemancar [12].

4.11 Liquid Crystal Display (LCD)

Penggunaan LCD sangat banyak dalam perancangan suatu sistem menggunakan mikrokontroler, LCD dapat berfungsi untuk menampilkan nilai hasil sensor, menampilkan teks, atau menampilkan menu pada aplikasi mikrokontroler. *Liquid Crystal Display* (LCD) adalah jenis layar elektronik yang dibuat dengan teknologi logika *CMOS* yang bekerja dengan cara tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya disekitarnya ke arah *front-lit* atau mentransmisikan cahaya *back-lit* [13].

3. METODE PENELITIAN

Gambar 3.1 menjelaskan diagram blok penelitian dengan menggunakan *DC Regulator power supply* untuk mengatur putaran (rpm).



Gambar 1. Diagram blok penelitian

Berdasarkan Gambar 3.1, tegangan *input* 12 V dari akumulator (*accu*) dihubungkan dengan *ignition coil*. *Input* tegangan 12 V dirubah menjadi kapasitas tegangan tinggi lebih dari 10.000 V. Mekanisme penggerak menggunakan *Motor Fan Radiator* yang terintegrasi dengan *gearbox* yang disesuaikan dengan *torsi* serta kecepatan putaran yang di inginkan. Teknik ini digunakan untuk menghasilkan putaran distributor (*delco*) seperti model pengetesan *magneto* di pesawat Cessna 172SP. Ketika *ignition coil* sudah mendapatkan suplai daya, maka *ignition coil* bekerja dan menyuplai aliran listrik ke distributor (*delco*). Tegangan tinggi yang dihasilkan oleh *ignition coil* didistribusikan melalui kabel distributor ke *sprak plug* (busi) sesuai *firing order*. Pengujian *prototipe* ditampilkan pada *LCD display* berupa *output* tegangan, rpm dan suhu berdasarkan variasi putaran 82, 123, 164, 205, 245 dan 287 rpm.

Perancangan *prototipe* menggunakan beberapa komponen yang digunakan diantaranya *DC power supply regulator*, *Motor DC fan radiator*, akumulator (*accu*), *ignition coil*, distributor *delco*, kabel distributor, busi, *Arduino Uno*, *LCD display*. Langkah kedua kalibrasi sensor ZMPT101B (tegangan) dengan tegangan listrik, sensor LM35 (suhu) dikalibrasi dengan keadaan suhu ruangan, IR sensor (rpm) dilakukan kalibrasi secara manual dimana dalam 1 menit menghasilkan 182 putaran rpm. Langkah ketiga yang dilakukan adalah pengujian alat, menghubungkan sensor ZMPT101B (tegangan) terhadap *output ignition coil* dan *ground*, menempelkan sensor LM35 (suhu) terhadap *ignition coil* agar mendapatkan suhu dari *ignition coil* tersebut, IR sensor (rpm) diletakkan dekat dengan distributor *delco* agar mendapatkan putaran rpm. Pengujian dilakukan dengan variasi waktu dalam 1-6 menit, tegangan *input* 4,1-6,2 v *DC power supply regulator*, mendapatkan putaran *delco* 82-287 rpm, dengan tegangan *output* 56,8-246 v yang dihasilkan, serta suhu *ignition coil* 27°C dengan nilai konstan disetiap variasi waktu pengujian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

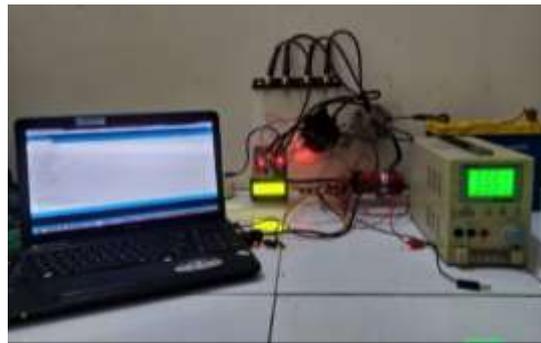
4.1. Hasil

Hasil pengukuran tegangan *input*, putaran motor, tegangan *output*, dan suhu ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil pengujian alat *coil delco*

Waktu	Tegangan <i>input</i> (v)	Putaran motor (Rpm)	Tegangan <i>output</i> (v)	Suhu (°C)
1 menit	4,1	82	56,8	27,73
2 menit	4,5	123	170	27,72
3 menit	4,8	164	193	27,72
4 menit	5,3	205	214	27,13
5 menit	6	246	228	27,40
6 menit	6,2	287	246	27,48

Berdasarkan hasil Tabel 1 pengujian didapatkan dalam waktu 1 menit dengan tegangan *input* 4,1 v diperoleh rpm sebesar 82, tegangan *output* 56,8 v, suhu 27,73°C. Dalam waktu 2 menit dengan tegangan *input* 4,5 v diperoleh rpm sebesar 123, tegangan *output* 170 v, suhu 27,72°C. Dalam waktu 3 menit dengan tegangan *input* 4,8 v diperoleh rpm sebesar 164, tegangan *output* 193 v, suhu 27,72°C. Dalam waktu 4 menit dengan tegangan *input* 5,3 v diperoleh rpm sebesar 205, tegangan *output* 214 v, suhu 27,13°C. Dalam waktu 5 menit dengan tegangan *input* 6 v diperoleh rpm sebesar 246 v, tegangan *output* 228 v, suhu 27,40. Dalam waktu 6 menit dengan tegangan *input* 6,2 v diperoleh rpm sebesar 287, tegangan *output* 246 v, suhu 27,48°C.



Gambar 2. Hasil pengujian

4.2. Perhitungan

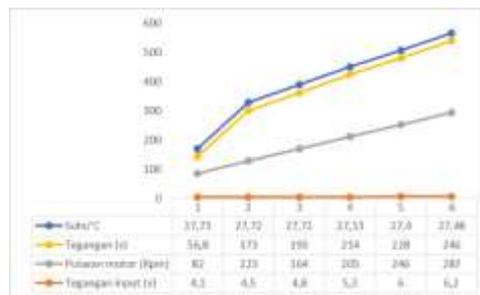
Hasil dari perhitungan rumus dituangkan pada tabel berikut:

- a. *Primary Winding* (N=150)
 $d\Phi/dt = 0,05 \text{ Wb/detik}$
 $V = -150 \cdot 0,05$
 $V = -7,5 \text{ Volt}$
- b. *Primary Winding* (N=300)
 $d\Phi/dt = 0,05 \text{ Wb/detik}$
 $V = -300 \cdot 0,05$
 $V = -15 \text{ Volt}$
- c. *Secondary Winding* (N=15000)
 $d\Phi/dt = 0,05 \text{ Wb/detik}$
 $V = -15000 \cdot 0,05$
 $V = -750 \text{ Volt}$
- d. *Secondary Winding* (N=30000)
 $d\Phi/dt = 0,05 \text{ Wb/detik}$
 $V = -30000 \cdot 0,05$
 $V = -1500 \text{ Volt}$

Tabel 2. Hasil perhitungan tegangan *input* terhadap putaran motor rpm

Tegangan <i>Input</i> (v)	Arus (Amp)	Daya out (watt)	w (rad/s)	Rpm	Torsi Elektris
4,1	2,5	10,25	785	13,1	0,0130573
4,1	2,5	10,25	1.570	26,2	0,0065287
6,2	2,5	15,5	78.500	1.305	0,0001975
6,2	2,5	15,5	157.000	2.617	9,873E-05

4.3. Pembahasan



Gambar 4. Grafik hasil pengujian

Pada percobaan yang dilakukan dengan hasil pengujian yang berbeda mendapatkan interval waktu dengan nilai liniernya yang semakin meningkat. Hal tersebut dapat dijelaskan bahwa semakin tinggi kecepatan putaran *delco*, maka semakin banyak garis fluks yang dihimpun oleh inti stator dan stress fluks yang dialami oleh inti stator juga semakin tinggi, sehingga *amplitudo* gelombang ggl juga semakin tinggi [14]. Kecepatan putaran motor berbanding lurus dengan daya listrik *input*. Sehingga semakin besar daya listrik *input* yang masuk pada motor DC maka semakin besar Rpm yang dihasilkan oleh

motor listrik DC [15]. Perubahan suhu cenderung berubah nilainya pada saat waktu pengujian 4 menit disebabkan panas yang timbul pada koil akibat adanya perubahan energi listrik menjadi energi panas dilakukan oleh tahanan yang ada pada lilitan koil pengapian. Akan tetapi nilai dari suhu tersebut nilainya konstan di 27°C [16]. Dapat dikatakan suhu menghasilkan nilai relatif konstan dengan nilai *output* tegangan yang dihasilkan *delco* [17]. Terdapat kenaikan tegangan *output* disetiap variasi waktu di sebabkan oleh semakin cepat perubahan fluks magnetik terjadi semakin besar pula tegangan yang diinduksi dalam kumparan [18]. Tegangan *input* dapat memberikan variasi putaran rpm yang di inginkan sehingga mendapatkan *output* tegangan dari terkecil hingga semakin besar. Dimana semakin tinggi tegangan *input* yang diberikan maka tegangan *output* yang dihasilkan semakin besar [19].



Gambar 5. Tegangan out (v)

Pada grafik di atas menunjukkan bahwa jumlah lilitan *primary* pada koil *delco* berisi 150 dengan perhitungan nilai tegangan *output* 7,5 v hingga 300 putaran kawat dengan nilai 15 v. Jumlah lilitan *secondary* berisi 15.000 dengan nilai 750 v hingga 30.000 putaran kawat dengan nilai 1500 v. Hal tersebut disebabkan gerakan atau perubahan medan magnet atau fluks magnet menginduksi arus listrik ke dalam kawat kumparan sehingga semakin banyak jumlah lilitan kumparan, semakin besar tegangan yang dihasilkan. Selain itu, semakin cepat perubahan fluks magnetik terjadi semakin besar pula tegangan yang diinduksi dalam kumparan [20].



Gambar 6. Putaran motor (rpm)

Grafik di atas menunjukkan terjadinya perubahan putaran motor dengan hasil 13,1 dan 26,2 rpm dengan jumlah kumparan primer 150 dan 300 lilitan. Pada 1.305 dan 2.617 rpm dengan jumlah kumparan sekunder 15.000 dan 30.000 lilitan. Tegangan *input* yang diberikan dengan nilai minimum 4,1 v mendapatkan daya out (*watt*) sebesar 10,25 Watt dan tegangan *input* maksimum pada 6,2 v dengan daya out sebesar 15,5 Watt. Hasil grafik menjelaskan terjadinya kenaikan rpm dipengaruhi oleh jumlah lilitan primer dan sekunder yang semakin naik. Pada variasi tegangan *input* yang diberikan menyebabkan terjadinya kenaikan daya out yang dihasilkan. Jadi pengaruh tegangan *input* terhadap putaran menunjukkan bahwa, semakin besar tegangan *input* semakin besar kecepatan putaran pada motor DC magnet permanen.

5. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa:

- Semakin tinggi kecepatan putaran *delco*, maka semakin banyak lagi garis fluks yang dihimpun oleh inti stator. Semakin besar daya listrik *input* yang masuk pada motor DC maka semakin besar Rpm yang dihasilkan. Perubahan suhu cenderung berubah nilainya disebabkan panas yang timbul pada koil akibat adanya perubahan energi listrik menjadi energi panas. Akan tetapi nilai dari suhu tersebut nilainya konstan di 27°C , dapat dikatakan suhu menghasilkan nilai relatif konstan dengan nilai *output* tegangan yang dihasilkan *delco*. Terdapat kenaikan tegangan *output* disetiap variasi waktu di sebabkan semakin cepat perubahan fluks magnetik terjadi semakin besar tegangan yang diinduksi dalam kumparan. Tegangan *input* dapat memberikan variasi putaran rpm yang di inginkan, dimana semakin tinggi tegangan *input* yang diberikan maka tegangan *output* yang dihasilkan semakin besar.

- b. Gerakan atau perubahan medan magnet atau fluks magnet menginduksi arus listrik ke dalam kawat kumparan sehingga semakin banyak jumlah lilitan kumparan, semakin besar tegangan yang dihasilkan. Semakin cepat perubahan fluks magnetik terjadi semakin besar tegangan yang diinduksi dalam kumparan.
- c. Semakin besar tegangan *input* semakin besar kecepatan putaran pada motor DC magnet permanen. Dapat disimpulkan hubungan tegangan *input* dan putaran motor rpm dapat memberikan *torsi* putaran motor magnet.

Saran untuk pengembangan penelitian ini yaitu:

- a. Keterbatasan alat yang kurang mendukung membuat penulis menggunakan komponen skala lab sehingga penulis berharap dapat dikembangkan dari segi komponen yang digunakan.
- b. *Delco* memiliki arus, tetapi komponen pendukung seperti sensor arus tidak mampu menerima arus yg melebihi spesifikasi sensor, sehingga dapat diteliti dan dikembangkan menggunakan metode lainnya.
- c. Rancangan *hardware* dapat di kembangkan melihat tidak adanya pengujian parameter *magneto* meliputi tegangan, rpm, suhu yang dapat ditampilkan di LCD display pada saat pengujian *magneto*, sehingga penulis berharap alat ini bisa dijadikan acuan pengetesan parameter *magneto* agar dapat dikembangkan lebih baik lagi.
- d. Untuk penelitian berikutnya disarankan untuk melakukan pengujian dalam kondisi kecepatan putaran mesin (Rpm) dan tekanan kompresi yang berbeda-beda.

REFERENSI

- [1] D. E. Putra, N. A. Mufarida, and A. F. P. St, "The Effect Of Improper Timing Magneto Against Engine Performance Io-360-L2a Cessna 172S," p. 4, 2020.
- [2] T. Fujimoto, "Contactless Magneto Ignition System." 1984.
- [3] L. South Carolina U.S.A. 29657, *Champion Aerospace LLC*. 1230 Old Norris Road, 2009.
- [4] N. Ardian and A. Fatkhulloh, "Rancang Bangun Magneto Tester Berkecepatan 30-3000 Rpm Di Hangar 01 Teknik Pesawat Udara Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia," vol. 13, p. 10, 2020.
- [5] O. Roud, "Cessna 172 Training Manual," p. 16, 2006.
- [6] "Aviation Maintenance Technician Handbook - Powerplant Volume 1," p. 286, 2012.
- [7] D. Oleh and T. Dosen, "Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wijaya Putra" p. 72, 2010.
- [8] Moch. rizal sahidinnur and ishafit, "Eksperimen Hukum Faraday Untuk Memahami Ggl Induksi Dan Laju Fluksmagnet Dengan Metode Benda Jatuh Bebas," 2014.
- [9] S. Kurniati and S. Syam, "Pengaruh Variasi Penambahan Lapisan Magnet Dan Jarak Celah Udara Rotor Terhadap Kinerja Motor Dc Magnet Permanen," no. 1, 2022.
- [10] I. Abubakar, S. N. Khalid, M. W. Mustafa, H. Shareef, and M. Mustapha, "Calibration Of Zmpt101b Voltage Sensor Module Using Polynomial Regression For Accurate Load Monitoring," vol. 12, no. 4, p. 10, 2017.
- [11] L. Suryadi and T. Darmanto, "Perancangan Sistem Kontrol Kipas Angin Otomatis Menggunakan Sensor Suhu LM35 Berbasis Mikrokontroler Atmega16," vol. 2, no. 2, p. 7, 2015.
- [12] V. Dwivedi, R. Parab, and S. Sharma, "Design of a Portable Contact-less Tachometer using Infrared Sensor for Laboratory Application," vol. 06, no. 06, 2019.
- [13] N. Palinggi, "Alat Monitoring Pengunjung Mall dengan Standar Covid-19 Berbasis Arduino," 2021.
- [14] Y. Liklikwatil, "Analisa Pengaruh Pergerakan Fluks Magnet Eksitasi Di Dalam Generator Listrik Terhadap Tegangan Keluaran," *J. Isu Teknol.*, vol. 15, no. 2, pp. 51–55, 2020.
- [15] K. Karim, I. S. Erari, and A. M. Muslimin, "Variasi Kuat Medan Magnet Dan Daya Listrik *Input* Terhadap Karakteristik Motor Listrik Dc Dua Kutub," *jn*, vol. 17, no. 1, pp. 37–49, Apr. 2021.
- [16] B. Susilo, "Perbedaan Pengaruh Kecepatan Angin Pendingin Koil Pengapian dan Variasi Putaran Mesin terhadap Konsumsi Bahan Bakar pada Mesin Suzuki Carry 1000 CC," 2003.
- [17] R. Riswanto, "Analisis Resistansi Coil Kawat Tembaga Terhadap Perubahan Suhu Sangat Rendah Sebagai Rancang Dasar Pengukuran Suhu Rendah," *JPF*, vol. 3, no. 1, Mar. 2015.
- [18] M. Alifudin, A. Rijanto, and D. N. Zulfika, "Analisis Variasi Hambatan Dan Tegangan Listrik Terhadap Uji Koil Cara Kerja Motor Bensin," *majamecha*, vol. 2, no. 1, pp. 32–44, Jun. 2020.
- [19] N. Soedjarwanto, O. Zebua, and M. H. Lazuardy, "Pengaturan Kecepatan Motor Induksi Menggunakan Multilevel Inverter Dengan Mengatur Tegangan *Output*," vol. 2, 2019.
- [20] "Back to basics: How an ignition coil works," *DENSO*. https://www.denso-am.eu/news/deneur21_04_ignition-coil-basic-principles (accessed Jun. 26, 2023).