

ANALISIS KONSUMSI DAYA PROTOTIPE *MAGNETIC CRAWLER* TERHADAP VARIASI *DUTY CYCLE* MOTOR

*Hamam Abdirrazaq Ats Tsaqif¹, Joga Dharma Setiawan², Gunawan Dwi Haryadi²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

*E-mail: arrazaqhammam@gmail.com

Abstrak

Prototipe *magnetic crawler* dirancang untuk bergerak pada permukaan ferrous dengan menggunakan motor listrik yang diatur melalui sistem PWM. Pemahaman mengenai konsumsi daya motor dalam berbagai kondisi operasional penting untuk optimisasi performa dan efisiensi sistem. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi *duty cycle* terhadap konsumsi daya prototipe *magnetic crawler*. Prototipe *magnetic crawler* menggunakan mekanisme adhesi, mekanisme lokomosi, dan mekanisme kontrol. Rangkaian elektronika yang digunakan pada prototipe *magnetic crawler* dalam penelitian ini meliputi power supply, driver motor BTS7960, motor power window, Arduino UNO, dan Joystick KY-023. Pengujian dilakukan dengan memvariasikan *duty cycle* menjadi 50% dan 60%. Data arus dan tegangan selama pengujian didapat menggunakan digital clamp meter Uni-T 204+. Pengujian dilakukan dengan crawler ditempatkan pada dinding besi secara vertikal, kemudian prototipe *magnetic crawler* digerakkan ke atas. Setelah mendapatkan data hasil arus pada setiap variasi setelah pengujian, data tersebut kemudian dikalikan dengan hasil tegangan yang didapatkan setelah pengujian untuk mengetahui konsumsi daya tiap-tiap variasi. Variasi *duty cycle* 50% merupakan variasi dengan konsumsi daya terendah, sedangkan variasi *duty cycle* 60% merupakan variasi dengan konsumsi daya tertinggi. Analisis ini memberikan wawasan tentang hubungan antara variasi *duty cycle* dan konsumsi daya yang penting untuk optimisasi efisiensi dan performa *magnetic crawler* dalam penggunaannya di lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *duty cycle* yang lebih rendah secara signifikan mengurangi konsumsi daya. Penelitian lebih lanjut dapat meneliti mengenai variasi *duty cycle* minimum yang dibutuhkan Prototipe *magnetic crawler* pada kondisi yang berbeda.

Kata kunci: konsumsi daya; *magnetic crawler*; magnet permanen

Abstract

The magnetic crawler prototype is designed to move on ferrous surfaces using electric motors controlled through a PWM system. Understanding the power consumption of the motor under various operational conditions is essential for optimizing system performance and efficiency. This research aims to analyze the effect of duty cycle variation on the power consumption of the magnetic crawler prototype. The magnetic crawler prototype utilizes an adhesion mechanism, locomotion mechanism, and control mechanism. The electronic components used in this prototype include a power supply, BTS7960 motor driver, power window motor, Arduino UNO, and KY-023 joystick. Testing was conducted by varying the duty cycle to 50% and 60%. Current and voltage data during testing were obtained using a Uni-T 204+ digital clamp meter. The tests were performed with the crawler placed vertically on an iron wall, then the magnetic crawler prototype was moved upwards. After obtaining current data for each variation post-testing, this data was multiplied by the voltage results obtained post-testing to determine the power consumption for each variation. The 50% duty cycle variation had the lowest power consumption, while the 60% duty cycle variation had the highest power consumption. This analysis provides insight into the relationship between duty cycle variations and power consumption, which is crucial for optimizing the efficiency and performance of the magnetic crawler in field applications. The results of the study indicate that a lower duty cycle significantly reduces power consumption. Further research can investigate the minimum duty cycle variation required for the magnetic crawler prototype under different conditions..

Keywords: *magnetic crawler*; permanent magnet; power consumption

1. Pendahuluan

Dinding kapal akan mengalami deteriorating seiring berjalannya waktu. Ini menyebabkan penurunan kinerja kapal, oleh karena itu inspeksi dan pemeliharaan rutin dinding kapal sangat diperlukan untuk menjaga keselamatan operasi kapal, menekan biaya perawatan, dan mencegah pencemaran lingkungan laut [1] (Oliveira et al., 2022). *Magnetic crawler* memiliki kemampuan untuk bergerak di permukaan ferrous dengan menggunakan daya cengkeram magnetik, *magnetic crawler* menjadi pilihan utama untuk inspeksi, maintenance, dan bahkan membersihkan struktur kapal [2]. Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan analisis desain yang memiliki kemampuan anti-overturning yang menambah kestabilan *magnetic crawler* pada beban berat [3]. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak signifikan dari perbedaan *duty cycle* motor terhadap konsumsi daya serta mengidentifikasi pola dan variabel yang mungkin mempengaruhi performa perangkat ini.

2. Bahan dan Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan prototipe *magnetic crawler* untuk di uji pada dinding besi. *Magnetic crawler* adalah jenis robot yang menggunakan roda atau jalur magnetik untuk bergerak di permukaan *ferromagnetic* [4] (Chen et al., 2023). Selanjutnya menentukan mekanisme adhesi yang akan digunakan pada prototipe *magnetic crawler*. Mekanisme adhesi adalah kemampuan suatu sistem seperti *magnetic crawler* untuk melekat pada permukaan dengan menggunakan gaya-gaya magnetisme atau daya perekat yang dihasilkan oleh bahan tertentu. Dalam beberapa tahun terakhir, magnet *neodymium* telah menjadi populer berkat daya magnet yang tinggi dan biaya produksinya yang rendah [5]. Selanjutnya dilakukan penentuan mekanisme lokomosi dimana mekanisme yang akan digunakan yaitu mekanisme lokomosi *track*. Robot dengan mekanisme lokomosi *track* menggunakan sejumlah roda kecil atau rantai untuk mendistribusikan beratnya secara merata, sehingga dapat menangani medan yang tidak rata dengan lebih baik [6]. Kemudian peneliti menentukan mekanisme yang digunakan pada penelitian ini. Mekanisme kontrol pada penelitian ini yaitu menggunakan mikrokontroler. Keunggulan mikrokontroler adalah ukurannya yang kecil, konsumsi daya yang rendah, dan kemampuan untuk mengatur berbagai perangkat eksternal [7].

Motor yang digunakan yaitu power window dimana motor ini merupakan jenis dari *Permanent magnet direct current motor*. Power window merupakan fitur penting di kendaraan modern yang memungkinkan pengguna untuk menaikkan dan menurunkan kaca pintu dengan mudah dikarenakan memiliki torsi yang tinggi [8]. Motor yang dipasang dihubungkan dengan rangkaian elektronika dan digerakkan. Prototipe *magnetic crawler* ditenagai dengan catu daya 12 volt. Pengujian konsumsi daya variasi *duty cycle* menggunakan variasi *duty cycle* sebesar 50% dan 60% yang digunakan untuk menggerakkan prototipe *magnetic crawler* secara *upward*. *Duty cycle* adalah persentase waktu di mana sinyal aktif dibandingkan dengan total waktu satu siklus. Dalam PWM (*Pulse Width Modulation*), sinyal digital dihidupkan dan dimatikan dengan cepat. *Duty cycle* menentukan waktu aktif versus waktu tidak aktif dalam setiap siklus. Dalam konteks PWM, sinyal digital yang beralih dengan cepat antara keadaan nyala dan mati ini digunakan untuk mengontrol berbagai perangkat, termasuk motor [9]. Untuk menghitung konsumsi daya pada penelitian ini, digital clamp meter dipasang pada kabel negatif yang keluar dari catu daya untuk menghitung ampere. Sedangkan untuk menghitung tegangan, digunakan multimeter yang disambungkan dengan kabel negatif yang keluar dari catu daya. Konsumsi daya dihitung menggunakan persamaan (1) [10].

$$P = V \cdot I \quad (1)$$

Keterangan:

P = Konsumsi daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

Dengan menggunakan persamaan konsumsi daya yang ada pada persamaan (1) maka dapat dihitung konsumsi daya setiap variasi uji. Langkah selanjutnya yaitu menyalakan prototipe *magnetic crawler* dan melakukan gerak secara *upward* yang direkam menggunakan *handphone*. Gambar 2.1 merupakan posisi pengujian prototipe *magnetic crawler*.



Gambar 1. Pengujian prototype *magnetic crawler*

3. Hasil dan Pembahasan

Data hasil pengujian dari tiap variasi ditampilkan pada tabel 1. Tabel 1 merupakan tabel dari hasil pengujian prototipe *magnetic crawler* pada tiap variasi *duty cycle*.

Tabel 1. Hasil pengujian variasi *duty cycle*

No.	Variasi <i>Duty cycle</i>	Voltase (Volt)	Arus (Ampere)
1.	50%	11,87	6,06
2.	60%	11,87	6,75

Data yang didapatkan kemudian di hitung menggunakan persamaan (1) untuk mengetahui konsumsi daya tiap variasi pengujian. Sehingga didapat data konsumsi daya yang ditampilkan pada table 2.

Tabel 2. Data konsumsi daya variasi *duty cycle*

No.	Variasi <i>Duty cycle</i>	Konsumsi daya (Watt)
1.	50%	71,88
2.	60%	80,10

Dapat dilihat pada tabel 2 bahwa konsumsi daya model prototipe *magnetic crawler* dengan variasi *duty cycle* 50% lebih sedikit dibandingkan dengan variasi *duty cycle* 60%. Ini dikarenakan lama waktu tegangan yang dialirkan ke motor pada variasi *duty cycle* 50% lebih singkat dibandingkan dengan variasi *duty cycle* 60%.

4. Kesimpulan

Pengujian konsumsi daya model prototipe *magnetic crawler* pada variasi *duty cycle* motor 50% dan 60% mengkonsumsi daya berturut-turut sebesar 71,88 watt dan 80,10 watt. Ini menunjukkan bahwa semakin besar *duty cycle* motor, model prototipe *magnetic crawler* mengkonsumsi daya yang semakin besar.

5. Daftar Pustaka

- [1] Oliveira DR, Lagerström M, Granhag L, Werner S, Larsson AI, Ytreberg E. A novel tool for cost and emission reduction related to ship underwater hull maintenance. *J Clean Prod.* 2022 Jul;356:131882.
- [2] Chahine G, Schroeffer P, Ouabi OL, Pradalier C. A Magnetic Crawler System for Autonomous Long-Range Inspection and Maintenance on Large Structures. *Sensors.* 2022 Apr 22;22(9):3235.
- [3] Gao F, Fan JC, Zhang L, Jiang J, He S. Magnetic crawler climbing detection robot basing on metal magnetic memory testing technology. *Robot Auton Syst.* 2020 Mar 1;125.
- [4] Chen L, Cui R, Yan W, Xu H, Zhao H, Li H. Design and climbing control of an underwater robot for ship hull cleaning. *Ocean Eng.* 2023 Apr;274:114024.
- [5] Dudarko O, Kobylinska N, Kessler V, Seisenbaeva G. Recovery of rare earth elements from NdFeB magnet by mono- and bifunctional mesoporous silica: Waste recycling strategies and perspectives. *Hydrometallurgy.* 2022 Apr;210:105855.
- [6] McNulty D, Hennessy A, Li M, Armstrong E, Ryan KM. A review of Li-ion batteries for autonomous mobile robots: Perspectives and outlook for the future. *J Power Sources.* 2022 Oct;545:231943.
- [7] Imran Chowdhury, University of Information Technology and Sciences (UITS). Design and Prototyping of Sensor-based Anti-Theft Security System using Microcontroller. *Int J Eng Res.* 2021 Mar 11;V10(03):IJERTV10IS030019.
- [8] Wu Y, Li G, Zuo Z, Liu X, Xu P. Practical Fixed-Time Position Tracking Control of Permanent Magnet DC Torque Motor Systems. *IEEEASME Trans Mechatron.* 2021;26(1):563–73.
- [9] Tatenda Katsambe C, Luckose V, Shahabuddin NS. Effect of Pulse Width Modulation on Dc Motor Speed. *Int J Stud Res Technol Manag.* 2017;5(2):42–5.
- [10] Gogineni VR, Matcha K, Rao K R. Real time domestic power consumption monitoring using wireless sensor networks. *Int J Electr Comput Eng.* 2015;5(4):685–94.