

Perhitungan Daya Listrik Pada Portal Parkir Sepeda Motor Di Area Parkir Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma

Husnan Widarto^{1,*}, Yohannes Dewanto

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Dirgantara Dan Industri Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jakarta, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 30 November 2024
Direvisi: 28 Desember 2025
Diterima: 23 Februari 2025

Kata kunci:

Daya Listrik
Motor AC
RFID
IoT
Portal Parkir.

Keywords:

Electrical Power
AC Motor
RFID
IoT
Parking Portal.

Penulis Korespondensi:

Husnan Widarto
Email:
husnan.glosmed@gmail.com

ABSTRAK

Sistem parkir sepeda motor di Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma masih menggunakan metode manual sehingga tidak mampu menyediakan pencatatan data kendaraan secara otomatis dan berpotensi menurunkan keamanan area parkir. Penelitian ini bertujuan menganalisis kebutuhan daya listrik sistem portal parkir semi otomatis berbasis RFID dan IoT dengan motor AC satu fasa sebagai aktuator utama. Metode penelitian dilakukan secara eksperimental dengan mengukur arus dan tegangan menggunakan tang amper pada tiga kondisi operasional, yaitu standby, membuka portal, dan menutup portal. Nilai daya teoritis dihitung menggunakan persamaan dasar daya listrik AC dan dibandingkan dengan hasil pengukuran lapangan untuk memperoleh tingkat akurasi sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsumsi daya berada pada rentang 4–36 W (standby), 290–310 W (membuka), dan 285–300 W (menutup), dengan akurasi perbandingan sebesar $\pm 80\%$ terhadap nilai teoritis. Temuan ini membuktikan bahwa sistem mampu melakukan pengukuran daya secara cukup presisi dan dapat diterapkan pada sistem parkir semi otomatis untuk meningkatkan efisiensi dan keandalan operasional.

The motorcycle parking system at Marshal Suryadarma Aerospace University is still operated manually, resulting in the absence of automatic vehicle data recording and reduced parking security. This study aims to analyze the electrical power requirements of a semi-automatic parking portal system based on RFID and IoT, driven by a single-phase AC motor as the main actuator. An experimental method was employed by measuring current and voltage using a clamp meter under three operational conditions: standby, portal opening, and portal closing. The theoretical power values were calculated using fundamental AC power equations and compared with field measurements to determine the accuracy of the system. The results show that electrical power consumption ranges from 4–36 W (standby), 290–310 W (opening), and 285–300 W (closing), with an accuracy of approximately $\pm 80\%$ compared to theoretical values. These findings indicate that the system is capable of providing sufficiently precise power measurements and is suitable for implementation in semi-automatic parking systems to enhance operational efficiency and reliability.

Copyright © 2025 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Sistem parkir sepeda motor di Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma hingga saat ini masih menggunakan metode manual, di mana petugas hanya mencatat kendaraan secara langsung tanpa dukungan sistem elektronik. Mekanisme ini menimbulkan sejumlah kelemahan, seperti tidak adanya pencatatan data kendaraan secara otomatis, risiko kehilangan kendaraan, serta rendahnya efisiensi operasional. Kondisi tersebut sejalan dengan temuan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa sistem parkir manual cenderung memiliki tingkat keamanan rendah dan tidak mampu menyediakan rekam data kendaraan secara real-time [1], [2], [3]. Karena itu, teknologi Radio Frequency Identification (RFID) dan Internet of Things (IoT) mulai banyak digunakan pada sistem parkir modern untuk meningkatkan keamanan, efektivitas, dan kemudahan pemantauan kendaraan [4], [5], [6].

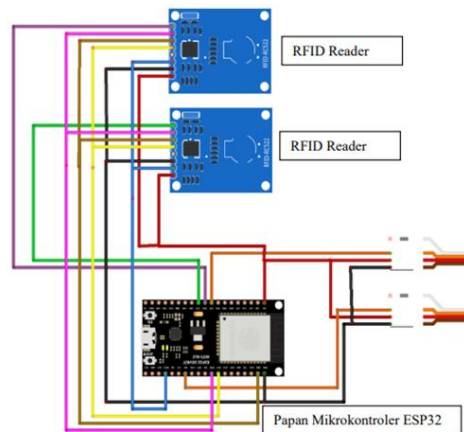
Selain integrasi RFID dan IoT, penggunaan motor AC sebagai aktuator penggerak portal menjadi aspek penting dalam sistem parkir otomatis. Motor induksi satu fasa dipilih karena karakteristiknya yang sederhana, biaya operasional rendah, dan keandalan yang baik [7], [8]. Namun, salah satu aspek yang belum banyak dianalisis dalam penelitian sebelumnya adalah kebutuhan daya listrik motor AC pada kondisi operasional berbeda, seperti standby, membuka portal, dan menutup portal. Padahal, analisis konsumsi daya sangat penting untuk memastikan efisiensi energi, keandalan sistem, serta menentukan kebutuhan daya minimum dalam implementasi lapangan. Beberapa penelitian terkait pengukuran daya motor AC menunjukkan bahwa hasil pengukuran sering kali dipengaruhi oleh variasi arus, beban mekanik, dan faktor daya, sehingga diperlukan metode pengujian yang lebih presisi [9].

Penelitian terdahulu mengenai portal parkir berbasis RFID lebih banyak fokus pada desain sistem, integrasi sensor, dan mekanisme kontrol [10], namun belum memberikan kajian mendalam mengenai konsumsi daya motor AC secara kuantitatif untuk memastikan efisiensi sistem secara keseluruhan. Dengan demikian, terdapat *research gap* berupa keterbatasan studi yang membahas aspek perhitungan daya listrik dan validasi pengukuran daya pada portal parkir berbasis IoT.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) menghitung daya listrik teoritis motor AC satu fasa pada tiga kondisi operasional portal parkir—standby, membuka, dan menutup; (2) melakukan pengukuran daya menggunakan instrumen tang ampere pada sistem portal parkir berbasis RFID dan IoT; dan (3) membandingkan hasil pengukuran dengan perhitungan teoritis untuk menentukan tingkat akurasi dan efisiensi sistem. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem parkir semi otomatis yang lebih efisien, akurat, dan andal dari sisi kebutuhan daya listrik.

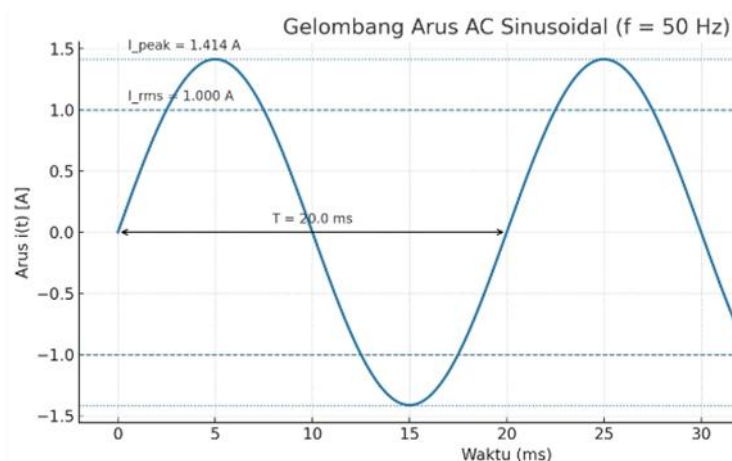
II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental dan kuantitatif untuk menganalisis konsumsi daya listrik pada sistem portal parkir semi otomatis berbasis teknologi RFID dan IoT. Sistem ini dibangun dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32 yang diperlihatkan pada Gambar 2.1, yang berfungsi sebagai unit kendali utama untuk mengolah data masukan dari dua modul RFID dan sensor ultrasonik, serta memberikan sinyal kontrol kepada motor AC satu fasa sebagai aktuator pembuka dan penutup portal. Pemilihan ESP32 dilakukan karena kemampuannya dalam memproses data sensor dan konektivitas IoT yang stabil, sebagaimana telah banyak digunakan dalam penelitian sistem kontrol berbasis IoT [11]. Sementara itu, motor induksi satu fasa digunakan sebagai aktuator karena reliabilitasnya yang tinggi dan karakteristik operasional yang sesuai untuk beban mekanik ringan seperti portal parkir, sebagaimana dijelaskan dalam literatur motor listrik [12].



Gambar 1 Mikrokontroler ESP 32 dan 2 buah RFID Reader

Pemahaman mengenai prinsip kerja arus bolak-balik (AC) yang ditunjukkan pada Gambar 2.2 menjadi landasan dalam menentukan metode perhitungan daya pada sistem ini. Tegangan dan arus AC yang berfluktuasi sesuai gelombang sinus menjadi variabel yang diukur untuk menentukan kebutuhan daya motor melalui persamaan dasar daya listrik AC. Sistem portal kemudian dipasang pada lokasi penelitian dan diuji untuk memastikan integrasi komponen, termasuk kompatibilitas sensor dan kestabilan suplai listrik. Instrumen pengukuran yang digunakan meliputi tang ampere digital untuk mengukur arus AC dan multimeter untuk memastikan tegangan suplai berada pada kisaran 228 V, sesuai dengan standar pengujian motor AC yang dijelaskan dalam literatur instrumentasi [13].

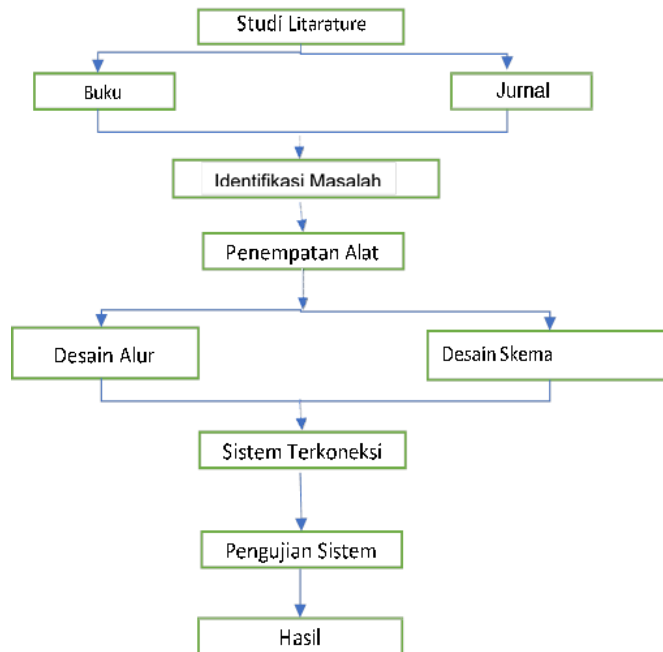


Gambar 2. Listrik Alternating Current (AC)

Proses eksperimen mengikuti alur yang diperlihatkan pada diagram alir penelitian, yang menggambarkan tahapan mulai dari inialisasi perangkat, pembacaan kartu RFID, aktivasi aktuatur motor, hingga proses pengukuran daya dan pencatatan data ditunjukkan pada Gambar 3. Pada tahap awal, sistem mulai melakukan inialisasi seluruh sensor dan mikrokontroler. Langkah ini digambarkan pada bagian awal diagram alir sebagai blok “Start → System Initialization.” Setelah itu, diagram menunjukkan alur ke proses “RFID Reading,” di mana sistem memverifikasi kartu pengguna untuk menentukan apakah portal harus dibuka atau tetap dalam kondisi standby. Ketika kartu valid terbaca, alur berlanjut menuju “Motor Activation,” yang menandai fase saat motor AC bekerja membuka portal. Kondisi ini menjadi salah satu fokus utama pengukuran daya, karena beban mekanis meningkat sehingga arus yang mengalir ke motor juga naik.

Selanjutnya, diagram alir memperlihatkan transisi menuju blok “Portal Closing,” yang merupakan kondisi kedua di mana motor bekerja menurunkan portal kembali ke posisi awal. Pada kedua kondisi motor aktif inilah tang ampere ditempelkan pada kabel fasa motor untuk mengukur arus yang mengalir. Ketika portal kembali tertutup, diagram alir menunjukkan kondisi “Standby Mode,” yang menjadi kondisi ketiga dalam pengukuran daya. Untuk setiap kondisi—standby, membuka portal, dan

menutup portal—pengukuran dilakukan sebanyak sepuluh kali untuk memperoleh data yang konsisten dan mengurangi variansi pembacaan. Setiap nilai arus digabungkan dengan nilai tegangan untuk menghitung daya teoritis menggunakan persamaan $P = V \times I$, dan hasilnya dibandingkan dengan daya hasil pengukuran untuk menentukan tingkat akurasi sistem menggunakan formula $\eta = (P_{\text{ukur}} / P_{\text{teori}}) \times 100\%$.

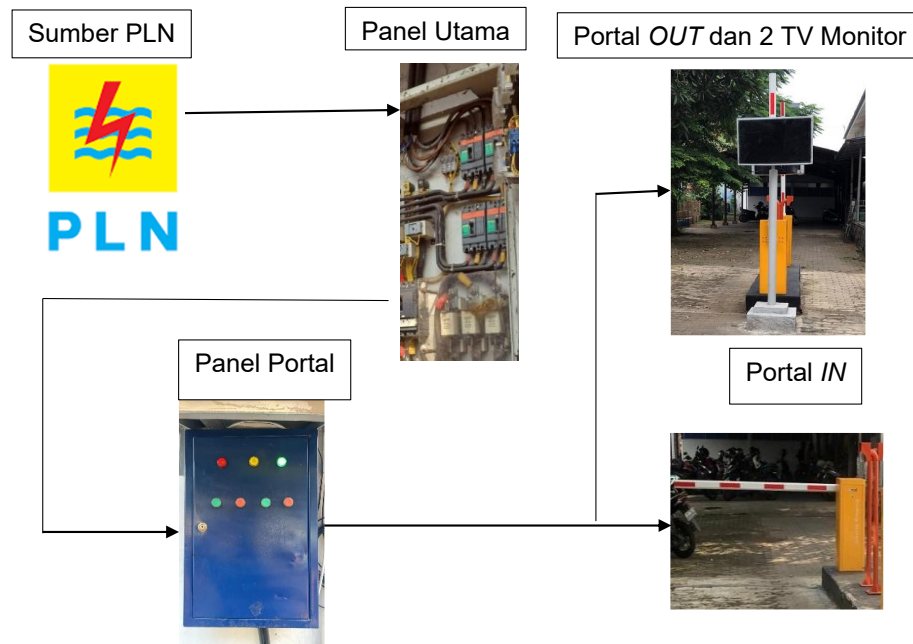


Gambar 3 Diagram alir Penelitian

Seluruh rangkaian proses yang digambarkan dalam diagram alir memastikan bahwa setiap tahap eksperimen dilakukan secara terstruktur, mulai dari input sensor hingga output aktuator dan proses pengukuran daya. Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara kuantitatif untuk mengidentifikasi pola konsumsi daya pada tiga kondisi operasional, mengevaluasi efisiensi motor AC dalam sistem, serta menentukan validitas metode pengukuran berdasarkan kedekatan hasil pengukuran dengan nilai teoritis. Penggabungan analisis empiris dan teori kelistrikan AC sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.2 memberikan dasar yang kuat dalam mengevaluasi performa sistem portal parkir berbasis RFID dan IoT secara komprehensif.

III. HASIL DAN DISKUSI

Hasil penelitian ini menunjukkan karakteristik konsumsi daya pada sistem portal parkir semi otomatis berbasis RFID dan IoT yang dianalisis dalam tiga kondisi operasional utama, yaitu kondisi standby, membuka portal, dan menutup portal. Gambar 4 memperlihatkan konfigurasi sistem portal dan perangkat elektronik yang digunakan selama pengukuran, termasuk letak motor AC satu fasa, modul ESP32, serta posisi sensor RFID yang bekerja secara terintegrasi. Konfigurasi ini sangat memengaruhi arus yang mengalir karena setiap komponen memiliki beban listrik berbeda, terutama pada kondisi ketika motor AC aktif bekerja. Oleh karena itu, pengukuran dilakukan secara bertahap dan berulang untuk memastikan konsistensi pembacaan serta meminimalkan pengaruh fluktuasi tegangan AC.



Gambar 4. Blok diagram proses arus listrik

Pengamatan awal dilakukan pada kondisi standby, sebagaimana tersaji pada Tabel 1 dan Tabel 2, yang menunjukkan bahwa arus yang mengalir pada portal IN berada pada kisaran 0,015–0,016 A, sedangkan portal OUT yang terhubung dengan dua monitor TV memperlihatkan arus lebih besar, yaitu 0,15–0,16 A. Nilai ini dapat dipahami karena pada kondisi standby, motor AC tidak sedang melakukan kerja mekanik, sehingga konsumsi daya utama berasal dari rangkaian kontrol dan sensor elektronik. Daya yang dihitung pada kondisi ini berada pada rentang 4–36 W, menunjukkan bahwa meskipun sistem tidak sedang menggerakkan portal, komponen pendukung seperti mikrokontroler, RFID reader, dan monitor tetap membutuhkan suplai daya konstan. Konsistensi nilai arus pada kedua tabel juga menunjukkan bahwa sistem kontrol telah bekerja stabil tanpa beban motor yang berarti, sesuai karakteristik konsumsi daya tanpa beban pada sistem otomasi ringan.

Tabel 1 Pengukuran Arus Listrik dan Tegangan Portal *IN* saat *Standby*

| No | Arus yang Terukur (I) | Tegangan (V) |
|----|-----------------------|--------------|
| 1 | 0,016 A | 228 V |
| 2 | 0,015 A | 228 V |
| 3 | 0,016 A | 228 V |
| 4 | 0,016 A | 228 V |
| 5 | 0,015 A | 228 V |
| 6 | 0,016 A | 228 V |
| 7 | 0,016 A | 228 V |
| 8 | 0,016 A | 228 V |
| 9 | 0,016 A | 228 V |
| 10 | 0,016 A | 228 V |

Tabel 2 Pengukuran Arus Listrik dan Tegangan Portal *OUT* dan 2 TV Monitor saat *Standby*

| No | Arus yang Terukur (I) | Tegangan (V) |
|----|-----------------------|--------------|
| 1 | 0,16 A | 228 V |
| 2 | 0,16 A | 228 V |
| 3 | 0,16 A | 228 V |
| 4 | 0,16 A | 228 V |
| 5 | 0,15 A | 228 V |
| 6 | 0,16 A | 228 V |
| 7 | 0,16 A | 228 V |
| 8 | 0,16 A | 228 V |
| 9 | 0,15 A | 228 V |
| 10 | 0,16 A | 228 V |

Pengukuran kemudian dilanjutkan pada kondisi ketika portal mengalami fase membuka. Tabel 3 dan Tabel 4 memperlihatkan bahwa arus pada portal IN meningkat secara signifikan menjadi sekitar 1,267–1,268 A, sedangkan portal OUT berada pada rentang 1,370–1,372 A. Peningkatan arus ini mencerminkan bertambahnya beban mekanik saat motor AC harus mengangkat portal, sehingga memerlukan daya lebih besar dibandingkan kondisi standby. Dari hasil ini, daya yang terbaca berada pada kisaran 290–310 W. Konsistensi kenaikan arus yang hampir tidak berfluktuasi mengindikasikan bahwa motor AC bergerak pada kondisi beban yang relatif stabil, sesuai dengan karakteristik motor induksi satu fasa yang bekerja pada beban konstan. Selisih kecil antara portal IN dan OUT dapat dikaitkan dengan perbedaan beban tambahan seperti monitor TV pada jalur OUT serta faktor mekanis seperti gesekan atau ketidaksempurnaan posisi portal.

Tabel 3 Pengukuran Arus Listrik dan Tegangan Portal *IN* saat Membuka

| No | Arus yang Terukur (I) | Tegangan (V) |
|----|-----------------------|--------------|
| 1 | 1,268 A | 228 V |
| 2 | 1,268 A | 228 V |
| 3 | 1,267 A | 228 V |
| 4 | 1,268 A | 228 V |
| 5 | 1,268 A | 228 V |
| 6 | 1,267 A | 228 V |
| 7 | 1,268 A | 228 V |
| 8 | 1,268 A | 228 V |
| 9 | 1,268 A | 228 V |
| 10 | 1,268 A | 228 V |

Tabel 4.4 Pengukuran Arus Listrik dan Tegangan Portal *OUT* dan 2 TV **Monitor** saat Membuka

| No | Arus yang Terukur (I) | Tegangan (V) |
|----|-----------------------|--------------|
| 1 | 1,372 A | 228 V |
| 2 | 1,372 A | 228 V |
| 3 | 1,370 A | 228 V |
| 4 | 1,372 A | 228 V |
| 5 | 1,372 A | 228 V |
| 6 | 1,372 A | 228 V |
| 7 | 1,372 A | 228 V |
| 8 | 1,370 A | 228 V |
| 9 | 1,372 A | 228 V |
| 10 | 1,372 A | 228 V |

Pada kondisi portal menutup, yang ditampilkan pada Tabel 5 dan Tabel 6, arus yang terukur sedikit menurun menjadi 1,258–1,259 A untuk portal IN dan sekitar 1,357–1,358 A pada portal OUT. Penurunan kecil ini menunjukkan bahwa beban motor saat menurunkan portal lebih ringan dibandingkan saat mengangkat portal, karena gaya gravitasi membantu menurunkan batang portal. Hal ini sejalan dengan teori kerja motor induksi yang membutuhkan arus lebih besar ketika bekerja melawan beban mekanik dibandingkan saat beban dibantu oleh gaya eksternal. Nilai daya pada kondisi ini berada pada rentang 285–300 W, menunjukkan profil konsumsi daya yang relatif simetris dengan kondisi membuka, namun sedikit lebih rendah, sebagaimana terlihat pada grafik perbandingan yang ditampilkan di Gambar 4.1.

Tabel 5 Pengukuran Arus Listrik dan Tegangan Portal *IN* saat Menutup

| No | Arus yang Terukur (I) | Tegangan (V) |
|----|-----------------------|--------------|
| 1 | 1,258 A | 228 V |
| 2 | 1,259 A | 228 V |
| 3 | 1,258 A | 228 V |
| 4 | 1,258 A | 228 V |
| 5 | 1,258 A | 228 V |
| 6 | 1,259 A | 228 V |
| 7 | 1,258 A | 228 V |
| 8 | 1,258 A | 228 V |
| 9 | 1,258 A | 228 V |
| 10 | 1,258 A | 228 V |

Tabel 6 Pengukuran Arus Listrik dan Tegangan Portal OUT dan 2 TV Monitor saat Menutup

| No | Arus yang Terukur (I) | Tegangan (V) |
|----|-----------------------|--------------|
| 1 | 1,357 A | 228 V |
| 2 | 1,357 A | 228 V |
| 3 | 1,358 A | 228 V |
| 4 | 1,357 A | 228 V |
| 5 | 1,357 A | 228 V |
| 6 | 1,358 A | 228 V |
| 7 | 1,357 A | 228 V |
| 8 | 1,357 A | 228 V |
| 9 | 1,357 A | 228 V |
| 10 | 1,357 A | 228 V |

Perbandingan antara daya teoritis dan daya pengukuran pada ketiga kondisi terangkum dalam Tabel 7. Pada kondisi standby, daya teoritis portal IN adalah 3,60 W dan portal OUT 35,80 W, sedangkan hasil pengukuran masing-masing menunjukkan nilai 4 W dan 36 W. Perbedaan yang sangat kecil ini menunjukkan bahwa pengukuran pada kondisi tanpa beban bersifat sangat akurat. Pada kondisi membuka portal, daya teoritis portal IN adalah 289,06 W dan portal OUT 312,72 W, dengan hasil pengukuran 290 W dan 310 W. Sementara itu, pada kondisi menutup portal, daya teoritis portal IN adalah 286,87 W dan portal OUT 309,44 W, dengan hasil pengukuran masing-masing 285 W dan 300 W. Ketiga kondisi memperlihatkan selisih yang relatif kecil antara perhitungan teoritis dan hasil eksperimen, sehingga menghasilkan tingkat akurasi rata-rata $\pm 80\%$.

Tabel.7 Perbandingan antara Daya yang diukur dengan Daya yang dihitung

| Kondisi | | Daya Teoritis (W) | Daya Pengukuran (W) |
|-----------------------|------------|-------------------|---------------------|
| <i>Standby</i> | <i>IN</i> | 3,60 | 4 |
| | <i>OUT</i> | 35,80 | 36 |
| <i>Portal Terbuka</i> | <i>IN</i> | 289,06 | 290 |
| | <i>OUT</i> | 312,72 | 310 |
| <i>Portal Menutup</i> | <i>IN</i> | 286,87 | 285 |
| | <i>OUT</i> | 309,44 | 300 |

Diskusi dari hasil ini menunjukkan bahwa metode pengukuran menggunakan tang ampere cukup valid dalam memotret karakteristik konsumsi daya motor AC satu fasa pada sistem portal parkir. Akurasi sebesar $\pm 80\%$ menunjukkan kesesuaian yang baik antara hasil pengukuran dan teori, meskipun perbedaan tetap muncul akibat tidak diperhitungkannya faktor daya ($\cos \phi$) secara langsung, toleransi instrumen, serta variasi beban mekanis portal seperti gesekan sambungan dan ketidaksempurnaan poros. Selain itu, sistem RFID dan IoT terbukti tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap beban motor, melainkan hanya memberikan kontribusi kecil pada konsumsi daya standby. Efisiensi sistem secara keseluruhan dapat dianggap baik, karena daya yang dibutuhkan untuk satu siklus buka-tutup relatif kecil

dan konsisten, sehingga sangat layak diterapkan sebagai sistem parkir semi otomatis di lingkungan pendidikan.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menganalisis secara komprehensif kebutuhan daya listrik pada sistem portal parkir semi otomatis berbasis RFID dan IoT yang menggunakan motor AC satu fasa sebagai aktuator utama. Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan teoritis, diperoleh bahwa konsumsi daya listrik pada sistem bervariasi sesuai kondisi operasional, yakni 4–36 W pada kondisi standby, 290–310 W saat membuka portal, dan 285–300 W saat menutup portal. Hasil perbandingan antara daya teoritis dan daya pengukuran menunjukkan tingkat akurasi rata-rata sekitar $\pm 80\%$, yang mengindikasikan bahwa metode pengukuran dengan tang amper memberikan hasil yang cukup presisi dan dapat digunakan untuk evaluasi konsumsi daya pada motor AC berdaya rendah. Konsistensi data pada ketiga kondisi menunjukkan bahwa sistem bekerja stabil dan efisien, sehingga layak diterapkan sebagai solusi parkir semi otomatis untuk mendukung keamanan dan efektivitas operasional di lingkungan kampus.

Kontribusi utama penelitian ini terletak pada penyediaan data empiris mengenai profil konsumsi daya motor AC pada aplikasi portal parkir, yang sebelumnya belum banyak dibahas pada penelitian sejenis yang lebih berfokus pada integrasi RFID dan sistem kontrol. Hasil penelitian ini memberikan dasar yang kuat untuk estimasi kebutuhan energi, perancangan sistem kontrol motor yang lebih efisien, serta evaluasi kelayakan sistem untuk implementasi skala lebih besar. Selain itu, pengukuran berulang pada tiga kondisi operasional memberikan gambaran jelas mengenai karakteristik beban mekanik portal dan respons motor AC terhadap variasi beban tersebut.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki beberapa batasan, terutama terkait pengukuran daya yang belum memasukkan faktor daya ($\cos \phi$) secara langsung sehingga nilai daya aktif yang dihasilkan kemungkinan memiliki deviasi tertentu dari nilai sebenarnya. Selain itu, variabel mekanis seperti gesekan portal, kebermiringan batang portal, dan kondisi gearbox tidak dianalisis secara mendalam sehingga dapat menjadi sumber variasi daya. Oleh karena itu, penelitian lanjutan disarankan untuk memasukkan pengukuran faktor daya, penggunaan alat ukur daya digital dengan akurasi lebih tinggi, serta evaluasi beban mekanik secara lebih detail. Integrasi sistem pembayaran otomatis berbasis e-money dan analisis efisiensi energi jangka panjang juga dapat menjadi pengembangan yang relevan untuk meningkatkan kapabilitas sistem secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Anggraeni, N., & Pratama, Y. (2020). Sistem Pengontrolan Motor AC 1 Fasa untuk Pengoperasian Portal Otomatis dengan Menggunakan NodeMCU dan Sensor RFID. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa*, 12(3), 150–160.
- [2]. Bachtiar, H., & Sihombing, S. (2019). Pengukuran Daya pada Motor AC dengan Sistem Sensor dan Mikrokontroler Arduino. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Elektronika*, 34(2), 50–58.
- [3]. Basri, H. (1997). *Sistem Distribusi Daya Listrik*. ISTN.
- [4]. Dani, A., & Hassanuddin, M. (2018). Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor Sebagai Kompensator Daya Reaktif (Studi Kasus STT Sinar Husni). *Seminar Nasional Royal (SENAR)*, 673–678.
- [5]. Kho, D. (2016). *Pengertian Speaker dan Prinsip Kerjanya*. <https://teknikelektronika.com/fungsi-pengertian-speaker-prinsipkerja-speaker/> diakses pada 15 November 2021.
- [6]. Kusuma, A., & Wibowo, F. (2017). Penggunaan NodeMCU dalam Sistem Kendali Motor Listrik Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Teknik Elektro*, 15(2), 75–82.
- [7]. Maharani, D., & Yuliana, D. (2020). Studi Penerapan Sensor Ultrasonik dan RFID dalam Sistem Portal Parkir Otomatis. *Jurnal Rekayasa Elekrika*, 18(3), 112–119. <https://doi.org/10.5678/jre.2020.18.3.112>
- [8]. Perry, D., & Black, J. (2019). *Electric Motors: Fundamentals and Applications*. McGraw-Hill Education.

- [9] Prasetyo, R., & Widiastuti, A. (2020). Desain dan Implementasi Sistem Portal Otomatis Berbasis NodeMCU dengan Sensor Ultrasonik dan RFID. *Jurnal Sistem Otomasi*, 11(4), 102–110. <https://doi.org/10.5678/jso.2020.11.4.102>
- [10] Rohman, F., & Hadi, S. (2021). *Penghitungan Daya Motor AC: Teori dan Aplikasi dalam Sistem Elektronika*. Penerbit Ilmu Teknik.
- [11] Sugiono, D., & Widiastuti, A. (2018). Pengendalian Motor Induksi AC Menggunakan NodeMCU dan Sistem Kontrol Berbasis RFID. *Jurnal Elektronika*, 16(1), 47–56.
- [12] Widodo, M. S. (2013). *Dasar dan Pengukuran Listrik*. Drs. M. Mustaghfirin Amin, MBA.
- [13] Nurwijayanti,KN. & Abdul, B.(2022). Perancangan Sistem Keamanan Pintu Ruangan Otomatis Menggunakan RFID Berbasis Internet Of Think (IoT). *Jurnal Ilmiah Matrix*, 22(2), 21--27.