

Perancangan Sistem Monitoring Arus Listrik Pada Proses Aging Test Lampu Berbasis Internet of Things Dengan Integrasi Web Dan Power BI Pada Perusahaan Manufaktur

Eben Ezer Hikaru Hutabarat ^{1*}, Hamdani Arif ^{2**}

* Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak, Politeknik Negeri Batam

** Rekayasa Keamanan Siber, Politeknik Negeri Batam

eben.4342211029@students.polibatam.ac.id ¹, hamdaniarif@polibatam.ac.id ²

Article Info

Article history:

Received ...

Revised ...

Accepted ...

Keyword:

Internet of Things, Aging Test, Electrical Current Monitoring, Real-Time Monitoring, History Data.

ABSTRACT

The lamp aging test is an essential quality assurance process in manufacturing to ensure that lighting products operate according to specifications before distribution. Conventional current monitoring during the aging test is generally performed manually, making real-time observation and historical data analysis less effective. Although several IoT-based electrical monitoring systems have been proposed, most of them only focus on electrical parameter monitoring without integrating real-time web monitoring and historical analytics using Microsoft Power BI for lamp aging test applications. This research presents the design and implementation of an Internet of Things (IoT)-based electrical current monitoring system integrated with a web application and Microsoft Power BI to support real-time supervision and historical data analysis during the lamp aging test process. The system was developed using the Prototype development method, consisting of communication, quick planning, modeling and quick design, prototype construction, and deployment with user feedback. The developed system integrates an ESP32-S3 microcontroller with a WCS1700 current sensor to acquire electrical current data, while ASP.NET Core MVC, Web API, Microsoft SQL Server, and Microsoft Power BI are employed to process, store, and visualize monitoring information. Experimental evaluation demonstrates that the proposed system achieved an average sensor accuracy of 99.096%, while Black Box Testing confirmed that all implemented system functions operated successfully according to the specified requirements. Furthermore, usability evaluation using the System Usability Scale (SUS) produced an average score of 81.5, indicating that the system has good usability and is well accepted by users. Overall, the developed system enables automated electrical current monitoring, provides historical visualization for performance evaluation, and improves monitoring efficiency throughout the lamp aging test process.



This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

I. PENDAHULUAN

Sebagai salah satu produk elektronik yang diproduksi secara massal, lampu harus memenuhi standar kualitas sebelum didistribusikan kepada pengguna. Oleh karena itu, setiap produk perlu melalui proses *aging test* untuk mengevaluasi kestabilan performa dan mendeteksi potensi kegagalan sejak tahap produksi [2], [4]. Selain itu, kestabilan parameter kelistrikan selama proses pengujian juga menjadi

faktor penting karena perubahan kondisi catu daya dapat memengaruhi hasil pengukuran dan reproduksibilitas pengujian lampu [4], [13].

Pada sebagian proses *aging test*, pemantauan arus listrik masih mengandalkan pengukuran menggunakan alat ukur konvensional yang disertai pencatatan manual secara berkala. Pendekatan tersebut kurang efisien karena menyulitkan pemantauan secara berkelanjutan serta membatasi ketersediaan data historis sebagai bahan evaluasi.

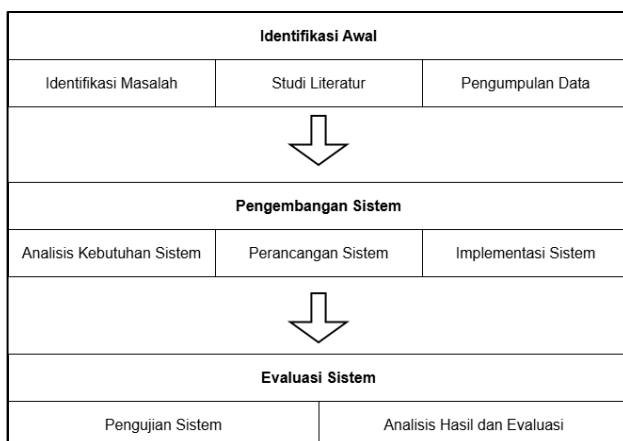
Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah mendorong penerapan sistem monitoring berbasis sensor yang mampu melakukan akuisisi, transmisi, dan penyajian data secara otomatis melalui jaringan komunikasi. Berbagai penelitian telah mengembangkan sistem monitoring berbasis IoT yang mampu mengirimkan dan menampilkan data parameter kelistrikan secara *real-time* dengan tingkat akurasi yang baik sehingga dapat meningkatkan efektivitas proses monitoring [5], [6], [9], [10], [11]. Selain itu, penggunaan Microsoft Power BI dapat membantu menyajikan data historis dalam bentuk dashboard interaktif sehingga memudahkan proses analisis dan pengambilan keputusan [7]. Meskipun berbagai penelitian telah mengembangkan sistem monitoring berbasis IoT, sebagian besar penelitian masih berfokus pada proses akuisisi data atau visualisasi secara terpisah. Integrasi antara perangkat IoT, aplikasi web, dan Microsoft Power BI pada proses *aging test* lampu masih relatif terbatas sehingga diperlukan penelitian yang menghubungkan ketiga komponen tersebut dalam satu sistem monitoring.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan Perancangan Sistem Monitoring Arus Listrik pada Proses *Aging Test* Lampu Berbasis *Internet of Things* dengan Integrasi Web dan Power BI. Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu melakukan monitoring arus listrik, status pengujian, dan durasi pengujian secara *real-time*, menyimpan data hasil pengujian secara otomatis, serta menyajikan visualisasi data historis untuk mendukung proses evaluasi dan meningkatkan efektivitas proses *aging test* lampu.

II. METODE

A. Tahapan Penelitian

Penelitian dilaksanakan melalui serangkaian tahapan yang disusun secara sistematis mulai dari identifikasi permasalahan hingga evaluasi hasil implementasi. Alur tahapan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.

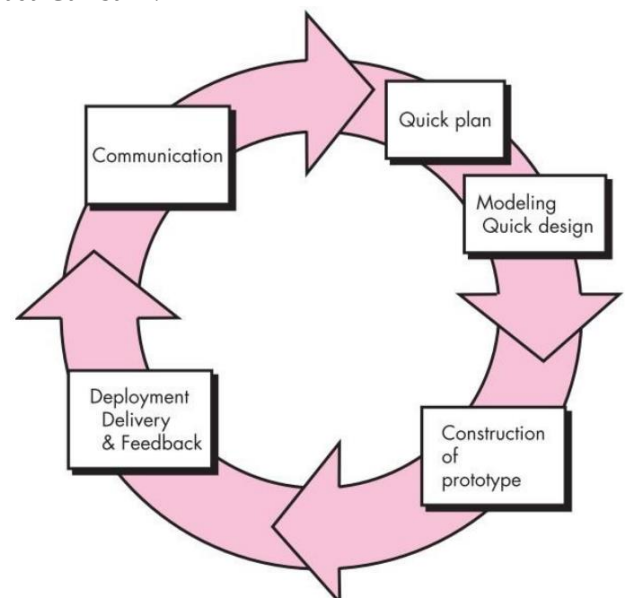


Gambar 1. Tahapan Penelitian

Berdasarkan Gambar 1, tahapan penelitian diawali dengan identifikasi permasalahan melalui observasi proses *aging test* di perusahaan. Selanjutnya dilakukan studi literatur, pengumpulan data, analisis kebutuhan sistem, perancangan, implementasi, pengujian, dan evaluasi untuk memastikan sistem yang dikembangkan telah memenuhi tujuan penelitian.

B. Metode Pengembangan Sistem

Pengembangan sistem dilakukan menggunakan metode *Prototype* yang mendukung proses pengembangan secara iteratif melalui evaluasi pengguna pada setiap tahapan sehingga rancangan sistem dapat disesuaikan dengan kebutuhan yang terus berkembang [1]. Metode *Prototype* terdiri atas lima tahapan, yaitu *Communication*, *Quick Plan*, *Modelling and Quick Design*, *Construction of Prototype*, serta *Development, Delivery and Feedback*. Tahapan metode *Prototype* yang diterapkan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2.



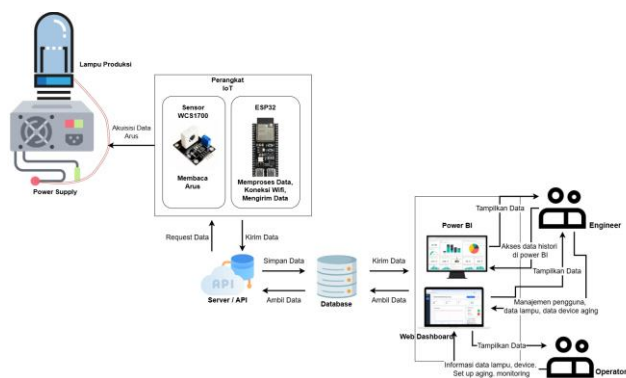
Gambar 2. Tahapan Metode *Prototype*

Gambar 2 memperlihatkan tahapan pengembangan sistem menggunakan metode *Prototype* yang diterapkan dalam penelitian ini. Tahap *Communication* diawali dengan observasi lapangan dan wawancara untuk memperoleh kebutuhan fungsional sistem serta menentukan parameter monitoring yang akan diimplementasikan. Tahap *Quick Plan* bertujuan untuk menentukan perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian. Selanjutnya, pada tahap *Modelling and Quick Design* dilakukan perancangan arsitektur sistem, basis data, serta antarmuka pengguna. Tahap *Construction of Prototype* merupakan proses implementasi perangkat keras dan perangkat lunak yang meliputi perangkat IoT, Web API, basis data Microsoft SQL Server, aplikasi web berbasis ASP.NET Core MVC, serta dashboard Microsoft Power BI. Tahap terakhir, yaitu *Development, Delivery and Feedback*, meliputi pengujian dan

evaluasi sistem untuk memastikan seluruh fungsi telah berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

C. Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem mengintegrasikan sensor arus WCS1700 dengan mikrokontroler ESP32-S3 sebagai unit akuisisi data untuk memperoleh nilai arus listrik selama proses *aging test*. Nilai arus yang diperoleh sensor diproses oleh ESP32-S3 sebelum dikirimkan ke Web API menggunakan format JSON melalui jaringan Wi-Fi. Setelah melalui proses validasi, data disimpan ke dalam Microsoft SQL Server. Data yang tersimpan kemudian dimanfaatkan untuk penyajian informasi secara *real-time* pada aplikasi web serta divisualisasikan dalam bentuk dashboard menggunakan Microsoft Power BI.



Gambar 3. Gambaran Arsitektur Sistem

Berdasarkan Gambar 3, arsitektur sistem menerapkan konsep *Internet of Things* (IoT) dengan memanfaatkan komunikasi antara perangkat sensor, server, basis data, aplikasi web, dan Microsoft Power BI. Integrasi tersebut memungkinkan proses monitoring dilakukan secara *real-time*, sedangkan data historis dapat disimpan dan divisualisasikan untuk mendukung proses analisis hasil pengujian.

D. Metode Pengujian

Pengujian dilakukan untuk memverifikasi kinerja perangkat keras dan perangkat lunak serta memastikan sistem yang dikembangkan mampu beroperasi sesuai dengan tujuan penelitian. Evaluasi perangkat keras difokuskan pada pengukuran tingkat akurasi sensor WCS1700 melalui perbandingan hasil pembacaan sensor dengan alat ukur referensi berupa multimeter. Tingkat akurasi diperoleh berdasarkan perhitungan persentase *error* antara kedua hasil pengukuran.

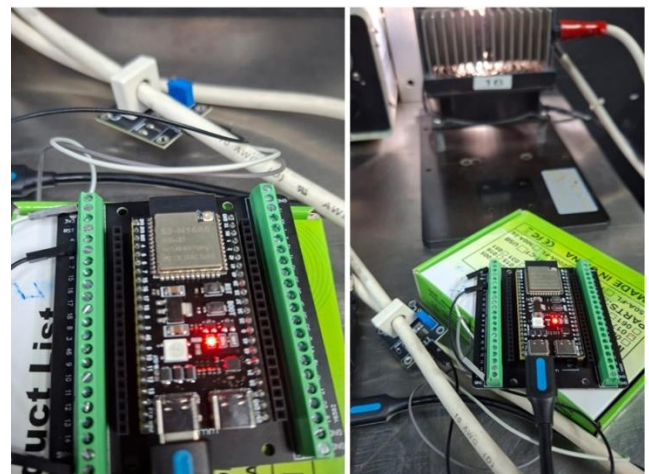
Selain evaluasi perangkat keras, pengujian perangkat lunak dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing* untuk memverifikasi seluruh fungsi sistem sesuai dengan kebutuhan fungsional. Selanjutnya, aspek kemudahan penggunaan dievaluasi menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS) berdasarkan penilaian pengguna akhir [3].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Sistem IoT

Sistem monitoring arus listrik pada proses *aging test* lampu berhasil diimplementasikan menggunakan arsitektur berbasis *Internet of Things* (IoT) yang terdiri atas perangkat ESP32-S3, sensor arus WCS1700, Web API, basis data Microsoft SQL Server, aplikasi web, dan dashboard Microsoft Power BI. Seluruh komponen diintegrasikan sehingga proses akuisisi, pengiriman, penyimpanan, dan visualisasi data dapat dilakukan secara otomatis dan *real-time*.

Akuisisi data arus dilakukan menggunakan sensor WCS1700, sedangkan ESP32-S3 berperan sebagai pengendali utama yang memproses hasil pembacaan sensor serta mengirimkannya menuju server melalui jaringan Wi-Fi dan Web API. Selanjutnya data divalidasi dan disimpan ke dalam basis data sehingga dapat ditampilkan pada aplikasi web sebagai media monitoring serta pada Microsoft Power BI sebagai media visualisasi data historis.



Gambar 4. Implementasi Sistem IoT

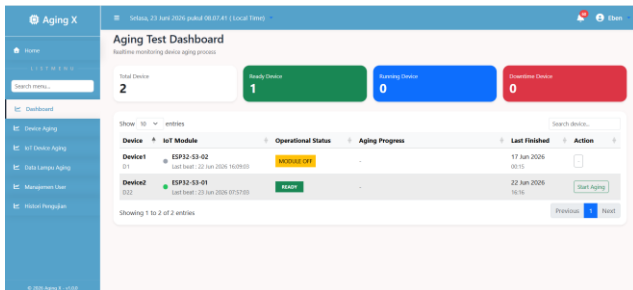
Gambar 4 memperlihatkan implementasi perangkat IoT yang mengintegrasikan sensor WCS1700 sebagai perangkat akuisisi data dengan ESP32-S3 sebagai pengendali utama. Selanjutnya, data hasil pembacaan sensor dikirimkan menuju Web API melalui jaringan Wi-Fi sehingga informasi monitoring dapat ditampilkan secara *real-time* pada aplikasi web maupun dashboard Microsoft Power BI.

B. Implementasi Aplikasi Web

Aplikasi web dikembangkan menggunakan ASP.NET Core MVC sebagai media monitoring dan pengelolaan data proses *aging test*. Sistem menyediakan beberapa fitur utama, yaitu autentikasi pengguna, pengelolaan data master, konfigurasi parameter pengujian, monitoring *real-time*, serta histori hasil pengujian.

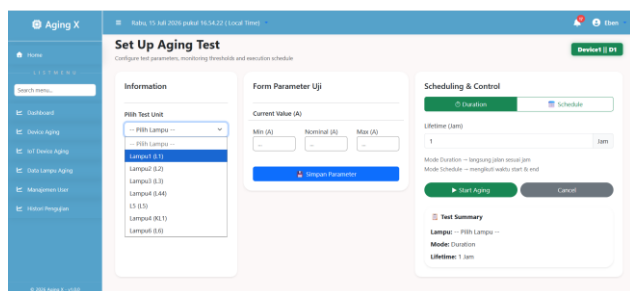
Dashboard monitoring menampilkan informasi perangkat yang sedang digunakan, jenis lampu yang diuji, nilai arus listrik, status proses pengujian, durasi pengujian, serta grafik

perubahan arus secara *real-time*. Selain itu, sistem secara otomatis mendeteksi kondisi abnormal ketika nilai arus berada di luar batas minimum maupun maksimum yang telah dikonfigurasi dan memberikan indikator visual kepada pengguna.



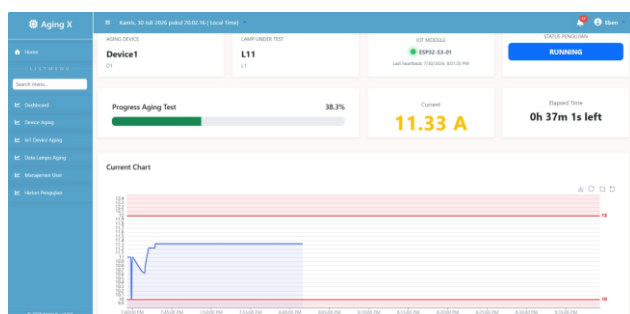
Gambar 5. Dashboard Awal

Gambar 5 menunjukkan tampilan dashboard utama aplikasi. Halaman ini menyajikan informasi mengenai jumlah perangkat *aging*, status perangkat, serta kondisi proses pengujian yang sedang berlangsung. Informasi tersebut memberikan gambaran umum kondisi sistem sehingga pengguna dapat mengetahui status operasional seluruh perangkat secara cepat.



Gambar 6. Konfigurasi Parameter Uji

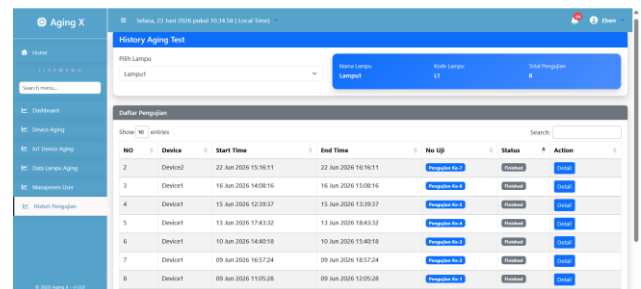
Gambar 6 memperlihatkan halaman konfigurasi parameter pengujian yang digunakan sebagai acuan selama proses *aging test*. Melalui halaman ini, pengguna dapat menentukan jenis lampu, batas minimum dan maksimum arus, serta durasi pengujian. Parameter tersebut digunakan sistem untuk menentukan kondisi pengujian berada pada status normal atau abnormal.



Gambar 7. Dashboard Monitoring Proses Aging

Gambar 7 memperlihatkan bahwa sistem mampu menampilkan informasi kondisi *aging test* secara waktu nyata meliputi nilai arus, status pengujian, durasi, serta perubahan arus dalam bentuk grafik. Informasi tersebut diperbarui secara otomatis sesuai data yang diterima dari perangkat ESP32-S3 sehingga operator dapat memantau proses pengujian tanpa melakukan pengukuran secara manual.

Selain menampilkan informasi monitoring, sistem juga melakukan validasi terhadap nilai arus yang diterima. Apabila nilai arus berada di luar batas konfigurasi, sistem secara otomatis memberikan indikator visual sehingga pengguna dapat segera mengetahui adanya kondisi abnormal selama proses pengujian.



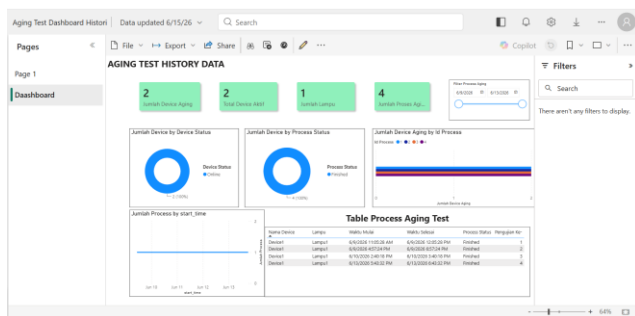
Gambar 8. Histori Pengujian

Gambar 8 memperlihatkan halaman histori pengujian. Halaman ini menyimpan seluruh data hasil *aging test* yang telah selesai dilakukan sehingga pengguna dapat melakukan penelusuran kembali terhadap hasil pengujian berdasarkan perangkat, jenis lampu, maupun waktu pelaksanaan pengujian.

C. Implementasi Dashboard Microsoft Power BI

Microsoft Power BI digunakan sebagai media visualisasi data historis hasil monitoring. Dashboard mengambil data secara langsung dari basis data Microsoft SQL Server kemudian menyajikannya dalam bentuk grafik, tabel, dan indikator ringkasan sehingga memudahkan pengguna melakukan analisis terhadap hasil pengujian.

Visualisasi yang ditampilkan meliputi jumlah proses *aging test*, jumlah perangkat yang digunakan, histori data arus listrik, serta tren hasil pengujian berdasarkan periode tertentu. Dashboard juga menyediakan fitur penyaringan data berdasarkan rentang waktu sehingga memudahkan proses penelusuran data historis.



Gambar 9. Dashboard Power BI

Berdasarkan Gambar 9, dashboard Power BI menyajikan informasi dalam bentuk grafik, indikator, dan tabel sehingga memudahkan pengguna dalam mengamati tren hasil pengujian. Dashboard juga menyediakan fasilitas penyaringan data berdasarkan periode tertentu sehingga proses analisis historis dapat dilakukan dengan lebih mudah.

Penggunaan Power BI memberikan nilai tambah karena data monitoring tidak hanya dapat diamati secara *real-time* melalui aplikasi *web*, tetapi juga dapat dianalisis secara historis sebagai bahan evaluasi terhadap proses *aging test*.

D. Pengujian Akurasi Sensor

Akurasi sensor WCS1700 dievaluasi dengan membandingkan hasil pengukuran arus terhadap multimeter sebagai alat ukur referensi. Pengujian dilakukan sebanyak 15 kali pada kondisi berbeban untuk menilai tingkat ketelitian sensor selama proses *aging test*.

Persentase *error* dihitung menggunakan Persamaan (1).

$$\text{Error}(\%) = \left(\frac{\text{Nilai Sensor} - \text{Nilai Alat Ukur}}{\text{Nilai Alat Ukur}} \right) \times 100\%$$

(1) Rumus Perhitungan Persentase Error

Nilai akurasi dihitung menggunakan Persamaan (2).

$$\text{Akurasi}(\%) = 100\% - \text{Error}(\%)$$

(2) Rumus Perhitungan Akurasi Sensor

Nilai rata-rata *error* dihitung menggunakan rumus (3).

$$\text{Rata - Rata Error}(\%) = \left(\frac{\text{Jumlah seluruh nilai error}}{\text{Jumlah data}} \right)$$

(3) Rumus Perhitungan Rata-Rata Error

Nilai rata-rata akurasi dihitung menggunakan rumus (4).

$$\text{Rata - Rata Akurasi}(\%) = \left(\frac{\text{Jumlah seluruh nilai akurasi}}{\text{Jumlah data}} \right)$$

(4) Rumus Perhitungan Rata-Rata Akurasi

Hasil pengujian akurasi sensor ditunjukkan pada Tabel I. Pengujian dilakukan sebanyak 15 kali dengan membandingkan nilai pembacaan sensor terhadap nilai pembacaan multimeter.

TABEL I
HASIL PENGUJIAN AKURASI SENSOR

No	Pembacaan Multimeter (A)	Pembacaan Sensor (A)	Persentase Error (%)	Akurasi(%)
1	11,000	11,008	0,073	99,927
2	11,000	11,204	1,855	98,145
3	11,000	10,792	1,891	98,109
4	11,000	10,910	0,818	99,182
5	11,000	10,890	1,000	99,000
6	11,000	10,753	2,245	97,755
7	11,000	10,851	1,355	98,645
8	11,000	10,988	0,109	99,891
9	11,000	11,067	0,609	99,391
10	11,000	10,910	0,818	99,182
11	11,000	11,027	0,245	99,755
12	11,000	10,910	0,818	99,182
13	11,000	10,890	1,000	99,000
14	11,000	10,929	0,645	99,355
15	11,000	11,008	0,073	99,927
Rata - Rata			0,904 %	99,096 %

Data pada Tabel I menunjukkan bahwa hasil pengukuran sensor memiliki selisih yang relatif kecil dibandingkan multimeter sebagai alat ukur referensi. Rata-rata *error* yang diperoleh sebesar 0,904%, sedangkan rata-rata akurasi mencapai 99,096%. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa sensor WCS1700 mampu menghasilkan pembacaan yang konsisten selama proses *aging test*. Selain itu, *error* maksimum sebesar 2,245% dan *error* minimum sebesar 0,073% menunjukkan bahwa variasi hasil pengukuran masih berada pada rentang yang dapat diterima. Dengan demikian, sensor WCS1700 layak digunakan sebagai perangkat akuisisi data pada sistem monitoring yang dikembangkan.

E. Pengujian Usability

Pengujian usability dilakukan menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS) dengan melibatkan lima responden yang terdiri atas dua engineer dan tiga operator. Pengujian ini bertujuan untuk mengukur tingkat kemudahan penggunaan sistem berdasarkan persepsi pengguna akhir.

Hasil perhitungan nilai SUS ditunjukkan pada Tabel II.

TABEL II
HASIL PERHITUNGAN SKOR SUS

ID	Jabatan	Total Skor	Nilai SUS	Kategori
R1	Engineer	35	87,5	Excellent
R2	Engineer	31	77,5	Good
R3	Operator	35	87,5	Excellent
R4	Operator	31	77,5	Good
R5	Operator	35	87,5	Excellent
Rata - Rata		32,6	81,5	Good

Hasil perhitungan pada Tabel II menunjukkan bahwa sistem memperoleh rata-rata skor SUS sebesar 81,5 yang termasuk dalam kategori *Good*. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa sistem mudah dipahami, mudah dioperasikan, serta dapat diterima dengan baik oleh pengguna. Dengan demikian, antarmuka yang dikembangkan telah memenuhi aspek *usability* sehingga mendukung implementasi sistem pada lingkungan manufaktur.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan sistem monitoring arus listrik berbasis *Internet of Things* yang mengintegrasikan sensor WCS1700, mikrokontroler ESP32-S3, aplikasi web, dan Microsoft Power BI untuk mendukung proses *aging test* lampu pada lingkungan manufaktur. Sistem mampu melakukan akuisisi, penyimpanan, serta visualisasi data secara otomatis dan *real-time*.

Sistem yang dikembangkan mampu menyajikan informasi berupa nilai arus listrik, status pengujian, durasi proses, serta histori hasil pengujian melalui aplikasi web dan dashboard Microsoft Power BI. Selain itu, sistem dapat memberikan notifikasi kondisi abnormal ketika nilai arus berada di luar batas parameter yang telah ditetapkan sehingga proses monitoring menjadi lebih efektif dibandingkan pencatatan manual.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor WCS1700 memperoleh rata-rata akurasi sebesar 99,096%, sedangkan pengujian fungsional menggunakan metode *Black Box Testing* menunjukkan seluruh fitur sistem berhasil berjalan sesuai kebutuhan dengan tingkat keberhasilan 100%. Selain itu, evaluasi menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS) menghasilkan skor rata-rata sebesar 81,5 yang

termasuk dalam kategori *Good*. Temuan tersebut menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi, fungsionalitas, dan kemudahan penggunaan yang baik sehingga layak diterapkan sebagai solusi monitoring arus listrik pada proses *aging test* lampu di lingkungan manufaktur.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aldy Nifratama, Tri Suratno, dan Daniel Arsa, "Analisis dan Evaluasi Pengujian pada Penerapan Metode Prototype dalam Software Engineering," *Media Sisfo*, vol. 18, no. 1, hlm. 128–138, Apr2024, doi: 10.33998/mediasisfo.2024.18.1.1649.
- [2] M. Beatrix, E. Setyaningsih, H. S. Utama, dan Y. Calvinus, "Analisis Umur Lampu Berdasarkan Switching Cycles," *JEETCOM*, vol. 5, no. 2, hlm. 208–214, Okt 2023, doi: 10.33650/jeecom.v5i2.6807.
- [3] J. F. Gubali, S. R. Utina, N. Alhabsy, A. M. Landung, dan L. N. Amali, "Evaluasi Usability Sistem Informasi Akademik Universitas Negeri Gorontalo Menggunakan Metode System Usability Scale (SUS)," vol. 5, 2026.
- [4] E. Gutierrez-Ballesteros, A. Gil-de-Castro, S. Rönnberg, dan J. Garrido-Zafra, "Impact factors in LED lamp measurement reproducibility," *Lighting Research & Technology*, vol. 53, no. 6, hlm. 555–568, Okt 2021, doi: 10.1177/1477153520971250.
- [5] N. S. Utami, G. R. Banurea, D. Rahmadana, dan M. I. Robbani, "IMPLEMENTASI SENSOR ARUS DAN TEGANGAN PADA SISTEM MONITORING ARUS DAN TEGANGAN (SIKUU)," *ELECTRA*, vol. 4, no. 2, hlm. 47, Mar 2024, doi: 10.25273/electra.v4i2.19387.
- [6] J. Varela-Aldás, S. Silva, dan G. Palacios-Navarro, "IoT-Based Alternating Current Electrical Parameters Monitoring System," *Energies*, vol. 15, no. 18, hlm. 6637, Sep 2022, doi: 10.3390/en15186637.
- [7] M. Frizky Feri Setiawan dan Yekti Condro Winursito, "Operational Data Analysis and Visualization of PT XYZ Using Business Intelligence Approach with Microsoft Power BI," *J. of artif. intell. and eng. appl.*, vol. 4, no. 2, hlm. 648–653, Feb 2025, doi: 10.59934/jaiea.v4i2.722.
- [8] G. Sun, Y. Bai, dan Z. Zhang, "Overview of high-power LED life prediction algorithms," *Front. Sustain. Energy Policy*, vol. 3, hlm. 1343339, Mar 2024, doi: 10.3389/fsuep.2024.1343339.
- [9] M. Khoerudin dan S. Watmah, "Pemantauan Catu Daya untuk Proteksi Listrik Menggunakan ESP32 Berbasis Internet of Things (IOT)," vol. 6, no. 2, 2025.
- [10] D. A. Prasetyo, J. Warta, dan W. Priatna, "Perancangan Dan Implementasi Sistem Monitoring Arus Listrik Berbasis IoT Dengan Algoritma Moving Average Dan Thingspeak," vol. 3, no. 2, 2025.
- [11] C. Wulandari, D. Wijayanti, N. Lestari, dan N. K. Daulay, "PROTOTYPE SISTEM MONITORING PARKIR PINTAR BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS)," vol. 7, no. 2, 2022.
- [12] L. Prihasworo, D. W. Fittrin, dan U. Y. Oktiawati, "Rancang Bangun Smart DC Current and Voltage Monitoring Dengan Thingspeak Pada Simulator PLN Laboratorium Teknik Tenaga Listrik UGM".
- [13] G. Liu, J. Ning, Z. Gu, dan Z. Wang, "Stability Test on Power Supply to the Xenon Lamp of Solar Simulator," *J. Phys.: Conf. Ser.*, vol. 1820, no. 1, hlm. 012142, Mar 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1820/1/012142.