

Pengembangan Sistem Kelas Cerdas Berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk Proses Pembelajaran Tingkat SMP di Kota Surakarta

Maria Atik Sunarti Ekowati ^{a,1,*}, Zefanya Permata Nindyatama ^{b,2}, Sri Wening ^{a,3}, Kristyana Dananti ^{a,4}

^a Universitas Kristen Teknologi Solo, Jln. RW Monginsidi No. 36-38 Surakarta, Kode Pos 57134, Indonesia

^b Universitas Sebelas Maret, Jln. Ir. Sutami No. 36 Kentingan Jebres Surakarta, Kode Pos 57126, Indonesia

¹ maria.tik@uks.ac.id; maria.atik@gmail.com; ² jefa.zefa@gmail.com; ³ swening07@gmail.com; ⁴ kristyana.dananti@gmail.com;

* Korespondensi penulis

ARTICLE INFO

Article history

Menerima 28 April 2023

Revisi 04 Mei 2023

Diterima 05 Mei 2023

Kata Kunci

Pengembangan
Sistem Kelas Cerdas
Internet of things
Efisiensi
Teknologi

ABSTRACT

This journal article focuses on the development of an Internet of Things (IoT)-based intelligent classroom system for the learning process at the junior high school level in Surakarta City. The main objective of this research is to increase the effectiveness and efficiency of learning by using the latest and innovative technology, namely IoT. The research method used is Research and Development (R&D) with the stages of needs analysis, system design, system development, testing, and evaluation. This smart class system has features such as monitoring room temperature and humidity, adjusting light intensity, and a warning system when students are not present in class. The test was carried out by involving junior high school students in Surakarta City and the evaluation results show that this IoT-based smart class system can increase the effectiveness and efficiency of learning. This article is expected to contribute to the development of technology in the world of education, especially in the city of Surakarta and become a reference for researchers who are interested in developing an IoT-based smart classroom system..

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



1. Pendahuluan

Pendidikan merupakan faktor penting dalam pembentukan sumber daya manusia yang berkualitas dan berkompeten. Oleh karena itu, setiap negara memiliki tanggung jawab untuk memberikan pendidikan yang layak bagi generasi muda sebagai bekal untuk masa depan mereka. Saat ini, teknologi semakin berkembang pesat dan memiliki peran penting dalam dunia pendidikan. Teknologi telah membantu meningkatkan efisiensi dan efektivitas pembelajaran melalui berbagai aplikasi dan sistem yang inovatif. Pendidikan juga menjadi salah satu sektor yang sangat penting dan strategis dalam pembangunan suatu negara. Dalam era globalisasi seperti sekarang, teknologi informasi dan komunikasi (TIK) memegang peran penting dalam meningkatkan kualitas pendidikan. Salah satu teknologi terbaru dan inovatif dalam bidang TIK adalah *Internet of Things* (IoT). IoT adalah teknologi yang memungkinkan benda-benda atau perangkat elektronik untuk terhubung dan berkomunikasi satu sama lain melalui jaringan internet. IoT juga memiliki kemampuan untuk mengumpulkan data dan mengambil keputusan secara otomatis. Teknologi ini dapat diterapkan dalam berbagai bidang, termasuk dalam dunia pendidikan.

Pembelajaran merupakan proses kompleks yang melibatkan interaksi antara guru dan siswa. Proses pembelajaran yang efektif dan efisien sangat penting untuk mencapai tujuan pendidikan yang diharapkan. Dalam hal ini, teknologi IoT dapat membantu meningkatkan efektivitas dan

efisiensi pembelajaran. Dengan menggunakan IoT, proses pembelajaran dapat menjadi lebih interaktif dan personal. Selain itu, teknologi IoT juga dapat membantu mengumpulkan data tentang proses pembelajaran, yang dapat digunakan untuk melakukan evaluasi dan perbaikan.

Kota Surakarta adalah salah satu kota di Jawa Tengah yang memiliki banyak sekolah menengah pertama (SMP). Penggunaan teknologi IoT dalam pembelajaran di SMP di Kota Surakarta masih terbilang rendah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem kelas cerdas berbasis IoT untuk proses pembelajaran di SMP di Kota Surakarta. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi pembelajaran di SMP di Kota Surakarta. Latar Belakang Penggunaan IoT dalam Pendidikan IoT merupakan teknologi yang relatif baru, namun telah menunjukkan potensinya dalam berbagai bidang, termasuk dalam dunia pendidikan. IoT dapat digunakan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pembelajaran serta memberikan pengalaman belajar yang lebih personal dan interaktif bagi siswa. Dalam pendidikan, IoT dapat digunakan untuk menghubungkan berbagai perangkat elektronik dalam kelas, seperti proyektor, komputer, dan papan tulis interaktif. IoT adalah suatu sistem yang terdiri dari beberapa perangkat yang saling terhubung dan dapat berkomunikasi satu sama lain melalui jaringan internet. IoT banyak digunakan dalam berbagai bidang, seperti industri, rumah tangga, dan kesehatan. Namun, penggunaan IoT dalam pendidikan masih terbilang kurang.

Di Indonesia, implementasi IoT dalam dunia pendidikan masih terbilang minim. Sebagian besar sekolah masih menggunakan metode pembelajaran konvensional dengan penggunaan papan tulis dan buku-buku. Hal ini dapat berdampak pada efektivitas dan efisiensi pembelajaran, sehingga siswa dapat merasa bosan dan tidak tertarik dalam proses pembelajaran. Oleh karena itu, perlu adanya pengembangan sistem pembelajaran yang lebih inovatif dan kreatif untuk meningkatkan kualitas dan efektivitas pembelajaran di sekolah. Pada tingkat SMP, proses pembelajaran memerlukan pengawasan yang lebih ketat karena siswa pada usia tersebut memerlukan pengarahan dan bimbingan yang lebih intensif. Salah satu teknologi yang dapat digunakan dalam proses pembelajaran di tingkat SMP adalah sistem kelas cerdas berbasis IoT. Sistem ini dapat membantu guru dalam memantau aktivitas siswa di kelas, seperti suhu dan kelembaban ruangan, pengaturan intensitas cahaya, serta sistem peringatan ketika siswa tidak hadir di kelas. Dengan adanya sistem kelas cerdas berbasis IoT ini, diharapkan dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses pembelajaran di tingkat SMP.

Penelitian tentang pengembangan sistem kelas cerdas berbasis IoT untuk proses pembelajaran di tingkat SMP di Kota Surakarta memiliki kepentingan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di wilayah tersebut. Surakarta merupakan kota yang memiliki banyak sekolah, dan pada tahun ajaran 2020-2023, terdapat sekitar 160 SMP di Kota Surakarta (data dari Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Kota Surakarta). Namun, masih banyak sekolah yang belum menggunakan teknologi canggih dalam proses pembelajaran, sehingga diperlukan adanya inovasi teknologi yang dapat meningkatkan kualitas pembelajaran di sekolah.

Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk mengembangkan sistem kelas cerdas berbasis IoT. Menurut penelitian sistem kelas cerdas berbasis IoT dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi pembelajaran [1]. Penelitian ini dilakukan dengan melibatkan siswa SMA di Libya, dan hasil evaluasi menunjukkan bahwa sistem kelas cerdas berbasis IoT dapat membantu siswa dan guru dalam proses pembelajaran. Menurut sebuah studi tentang penggunaan IoT dapat membantu memperbaiki kualitas pembelajaran dan pengelolaan kelas [2]. Studi tersebut juga menunjukkan bahwa penggunaan IoT dapat meningkatkan partisipasi siswa dan mengurangi absensi siswa. Dalam penelitian lain tentang penggunaan teknologi IoT dalam pembelajaran dapat membantu siswa dalam mengembangkan keterampilan sosial dan keterampilan pemecahan masalah [3]. Namun, sebelum dapat mengembangkan sistem kelas cerdas berbasis IoT, perlu dilakukan analisis terlebih dahulu terhadap kebutuhan siswa dan guru dalam proses pembelajaran. Sebuah studi menunjukkan bahwa kebutuhan siswa dan guru harus menjadi fokus utama dalam pengembangan sistem pendidikan yang inovatif [4]. Studi tersebut juga menekankan bahwa pengembangan sistem pendidikan yang inovatif harus mengikuti prinsip-prinsip pembelajaran yang efektif dan efisien. Teknologi dapat meningkatkan motivasi belajar siswa melalui penggunaan *game-based learning*, *augmented reality*, dan *mobile learning* [5]. Selain itu, teknologi juga dapat membantu mengatasi

masalah seperti keterbatasan ruang dan waktu dalam proses pembelajaran. Juga ditemukan bahwa teknologi berbasis IoT dapat membantu mengatasi masalah keterbatasan ruang dan waktu dalam proses pembelajaran [6]. Namun, penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa penggunaan teknologi dalam dunia pendidikan masih dihadapkan pada beberapa kendala, seperti biaya dan kurangnya pengetahuan tentang teknologi. Biaya dan kurangnya pengetahuan tentang teknologi masih menjadi kendala [7].

Dalam konteks pengembangan sistem kelas cerdas berbasis IoT untuk tingkat SMP di Kota Surakarta, perlu dilakukan analisis terhadap kebutuhan siswa dan guru, serta prinsip-prinsip pembelajaran yang efektif dan efisien. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pembelajaran di tingkat SMP di Kota Surakarta melalui pengembangan sistem. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem kelas cerdas berbasis IoT untuk proses pembelajaran di tingkat SMP di Kota Surakarta. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem kelas cerdas berbasis IoT untuk proses pembelajaran tingkat SMP di Kota Surakarta dan mengevaluasi efektivitas dan efisiensinya.

2. Metode / Algoritma yang Diusulkan

Ada beberapa metode yang dapat diusulkan untuk penelitian "**Pengembangan Sistem Kelas Cerdas Berbasis *Internet Of Things* (IoT) untuk Proses Pembelajaran Tingkat SMP di Kota Surakarta**". Berikut beberapa contoh metode yang bisa digunakan:

1. Metode R&D (*Research and Development*) yang mengacu pada proses pengembangan sistem secara terstruktur dan sistematis. Metode ini melibatkan tahap-tahap seperti analisis kebutuhan, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Dengan menggunakan metode R&D, peneliti dapat memastikan bahwa sistem kelas cerdas yang dikembangkan akan memenuhi kebutuhan dan standar pembelajaran di tingkat SMP di Kota Surakarta.
2. Metode eksperimen, yaitu metode yang menguji hipotesis dengan melakukan pengukuran atau observasi secara sistematis. Metode ini dapat digunakan untuk menguji efektivitas sistem kelas cerdas yang dikembangkan dalam meningkatkan proses pembelajaran siswa di tingkat SMP di Kota Surakarta. Peneliti dapat membandingkan hasil belajar siswa sebelum dan sesudah menggunakan sistem kelas cerdas.
3. Metode survei, yaitu metode yang digunakan untuk mengumpulkan data dari responden dengan menggunakan kuesioner atau wawancara. Metode ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan dan harapan pengguna, seperti guru dan siswa, terhadap sistem kelas cerdas yang dikembangkan. Selain itu, metode survei juga dapat digunakan untuk mengukur tingkat kepuasan pengguna terhadap sistem kelas cerdas yang sudah dikembangkan.
4. Metode studi kasus, yaitu metode yang digunakan untuk mempelajari secara mendalam suatu kasus atau situasi tertentu. Metode ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi efektivitas sistem kelas cerdas dalam proses pembelajaran di tingkat SMP di Kota Surakarta. Dengan menggunakan metode ini, peneliti dapat memperoleh pemahaman yang lebih dalam tentang bagaimana sistem kelas cerdas dapat diintegrasikan ke dalam proses pembelajaran di tingkat SMP.
5. Metode analisis deskriptif, yaitu metode yang digunakan untuk mengFig. kan data secara sistematis dan objektif. Metode ini dapat digunakan untuk menganalisis data yang dihasilkan dari penelitian, seperti data hasil belajar siswa atau data survei. Dengan menggunakan metode analisis deskriptif, peneliti dapat menyajikan data dengan lebih jelas dan mudah dipahami.

Semua metode di atas dapat digunakan secara bersama-sama atau dipilih salah satu metode yang paling sesuai dengan tujuan penelitian. Namun, penting untuk memperhatikan bahwa penggunaan metode harus disesuaikan dengan tujuan dan masalah yang ingin dipecahkan dalam penelitian.

3. Metode

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan tahapan analisis kebutuhan, perancangan sistem, pengembangan sistem, uji coba, dan evaluasi. Sistem kelas cerdas berbasis IoT yang dikembangkan memiliki beberapa fitur, seperti pemantauan suhu dan kelembaban ruangan, pengaturan intensitas cahaya, serta sistem peringatan ketika siswa tidak hadir di kelas. Metode R&D (*Research and Development*) adalah salah satu metode penelitian yang bisa digunakan untuk mengembangkan sistem kelas cerdas berbasis IoT untuk proses pembelajaran tingkat SMP di Kota Surakarta. Metode R&D dilakukan secara terstruktur dan sistematis, yang melibatkan beberapa tahap yang harus dilalui.

3.2. Metode Pengembangan

Alur proses pengembangan system/ Tahap aktifitas pengembangan sistem pada penelitian dilihat pada Fig. 1.

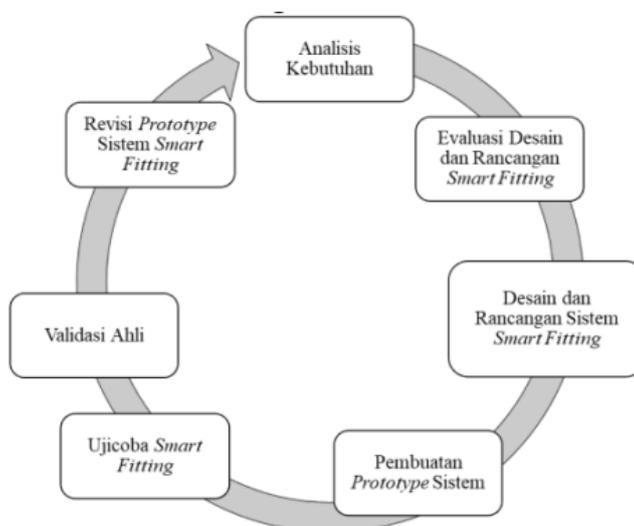


Fig. 1. Tahap aktifitas pengembangan sistem

Berikut adalah penjelasan mengenai tahap-tahap aktifitas pengembangan sistem dengan metode R&D dalam penelitian ini:

1. Tahap Analisis Kebutuhan.

Tahap ini dilakukan untuk menentukan kebutuhan pengguna dalam pengembangan sistem kelas cerdas berbasis IoT. Dalam tahap ini, peneliti akan melakukan studi literatur dan pengumpulan data dari sumber-sumber terkait untuk mengidentifikasi kebutuhan pengguna. Data yang dikumpulkan dapat berupa hasil survei, wawancara, atau studi kasus.

2. Tahap Desain/ Perancangan Sistem.

Tahap ini melibatkan perencanaan dan desain sistem kelas cerdas berbasis IoT yang akan dikembangkan. Desain pengembangan sistem kelas cerdas, dapat dilihat pada Fig. 2. Peneliti akan membuat rancangan sistem berdasarkan hasil analisis kebutuhan dan data yang telah dikumpulkan. Pada tahap ini, peneliti juga akan menentukan fitur-fitur yang harus dimiliki oleh sistem kelas cerdas, yang terdiri dari beberapa bagian utama yaitu ESP 32 S, Relay dan Terminal yang nantinya akan terhubung dengan power supply dan Modul PZEM-004T. Bentuk rangkaian dari perancangan sistem dapat dilihat pada Fig. 3.

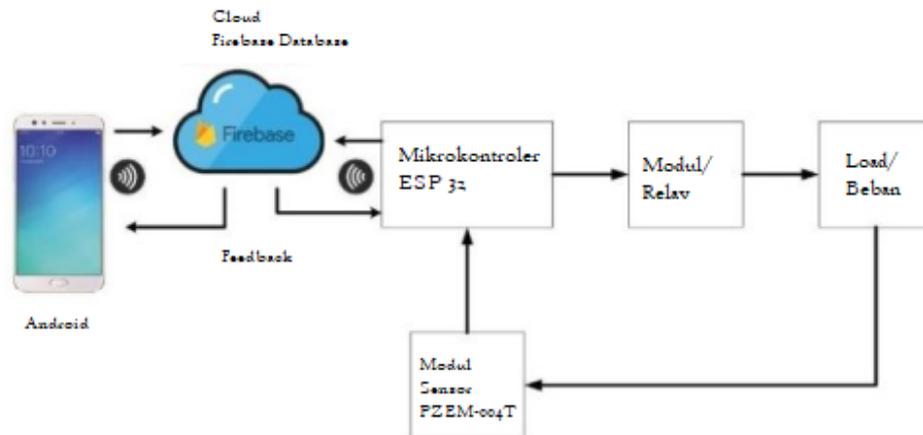


Fig. 2. Desain Pengembangan Sistem Kelas Cerdas

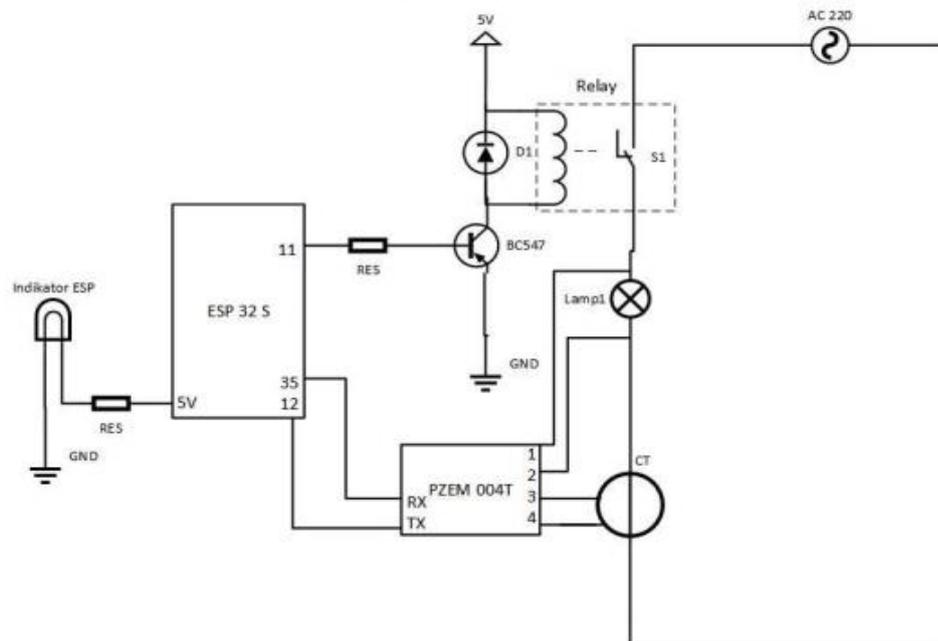


Fig. 3. Rangkaian desain sistem kelas cerdas berbasis IoT

3. Tahap Pengembangan Sistem.

Tahap ini merupakan tahap untuk mengembangkan sistem kelas cerdas berbasis IoT yang telah dirancang pada tahap sebelumnya. Dalam tahap ini, peneliti akan melakukan pengembangan prototipe sistem, termasuk pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak yang dibutuhkan untuk mengoperasikan sistem. Peneliti juga harus memastikan bahwa sistem kelas cerdas yang dikembangkan dapat terintegrasi dengan jaringan internet dan dapat digunakan di lingkungan pembelajaran di SMP di Kota Surakarta.

4. Tahap Implementasi.

Tahap implementasi adalah tahap di mana dilakukan uji coba dan evaluasi sistem kelas cerdas yang telah dikembangkan diinstal dan dioperasikan di lingkungan pembelajaran di SMP di Kota Surakarta. Tahap ini melibatkan pengujian sistem untuk memastikan bahwa sistem dapat berfungsi dengan baik dan dapat digunakan untuk proses pembelajaran. Peneliti juga harus memastikan bahwa sistem kelas cerdas yang dikembangkan memenuhi standar Pembelajaran. Untuk uji fungsional produk dilakukan dengan membandingkan informasi yang tampil pada aplikasi dengan kondisi sebenarnya sedangkan untuk proses perangkat lunak menggunakan standar ISO/IEC 25010 yang merupakan standar Internasional yang menyajikan model kualitas terperinci untuk sistem komputer dan perangkat lunak.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil

4.1.1. Tahap Analisis Kebutuhan.

Pada tahap analisis kebutuhan sistem dengan metode R&D pada penelitian "Pengembangan Sistem Kelas Cerdas Berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk Proses Pembelajaran Tingkat SMP di Kota Surakarta" memiliki beberapa langkah dan tahapan [8], yaitu:

1. Identifikasi masalah

Tahap ini dilakukan untuk mengidentifikasi masalah atau kebutuhan pengguna yang akan dipecahkan oleh sistem yang akan dikembangkan. Pada penelitian ini, masalah yang diidentifikasi adalah kurangnya sarana dan prasarana pembelajaran yang memadai, terutama pada tingkat SMP di Kota Surakarta.

2. Analisis kebutuhan pengguna

Tahap ini dilakukan untuk mengumpulkan dan menganalisis kebutuhan pengguna terhadap sistem yang akan dikembangkan. Kebutuhan pengguna dapat diperoleh dari wawancara, observasi, dan kuesioner. Pada penelitian ini, kebutuhan pengguna yang diidentifikasi adalah sistem pembelajaran yang dapat diakses secara online dan terintegrasi dengan perangkat IoT, serta menyediakan konten pembelajaran yang bervariasi dan menarik.

3. Analisis kebutuhan sistem

Tahap ini dilakukan untuk menganalisis kebutuhan sistem yang akan dikembangkan berdasarkan kebutuhan pengguna yang telah diidentifikasi. Pada penelitian ini, kebutuhan sistem yang diidentifikasi adalah sistem yang dapat mengintegrasikan perangkat IoT untuk mendukung proses pembelajaran, serta memiliki antarmuka yang mudah digunakan dan menyediakan fitur untuk pembelajaran interaktif.

4. Desain sistem

Tahap ini dilakukan untuk merancang sistem yang akan dikembangkan berdasarkan analisis kebutuhan pengguna dan sistem. Pada tahap ini, dilakukan perancangan antarmuka, struktur database, dan algoritma sistem. Desain sistem dapat dituangkan dalam bentuk flowchart atau diagram lainnya.

Dalam tahapan penelitian diperoleh hasil analisis kebutuhan yang telah dilakukan pada 50 orang responden, diperoleh data 85% responden sering lupa untuk mematikan lampu saat tidak digunakan, 85% mengaku bahwa kebiasaan mereka untuk lupa mematikan lampu saat tidak digunakan dapat berpengaruh pada melonjaknya biaya penggunaan listrik, 100% responden memiliki Hp Android, 80% responden mengaku mahir terbiasa dan mahir menggunakannya, 65% responden menggunakan fitting duduk, 45% menggunakan fitting gantung, 80% responden memilih agar fitting dapat langsung dipasang pada fitting tersedia dan 100% responden berpendapat bahwa dengan adanya Aplikasi Android yang dapat digunakan untuk mengotrol dan memonitoring kondisi dan nyala lampu dapat memudahkan dalam mengatasi masalah pemborosan listrik akibat kebiasaan lupa mematikan lampu saat tidak digunakan.

Berdasarkan data hasil analisis kebutuhan yang didapatkan maka dapat disimpulkan bahwa bentuk sistem yang akan dibuat berbentuk aplikasi android dengan fitur yang dibutuhkan yaitu fitur kontrol lampu jarak jauh dengan Handphone, monitoring nyala lampu, pembacaan penggunaan tegangan listrik dan sejenisnya, perkiraan penggunaan biaya pada lampu pembacaan kondisi lampu (rusak / baik) dan bentuk produk fitting berbentuk fitting duduk dan produk dapat langsung dipasang pada fitting yang tersedia atau fitting yang telah ada sebelumnya.

4.1.2. Tahap Desain Perangkat Keras

Tahap desain sistem dalam metode R&D pada penelitian "Pengembangan Sistem Kelas Cerdas Berbasis *Internet Of Things* (IoT) untuk Proses Pembelajaran Tingkat SMP di Kota Surakarta" adalah tahap untuk merancang dan mengembangkan sistem kelas cerdas berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk proses pembelajaran tingkat SMP di Kota Surakarta. Tahap ini terdiri dari beberapa langkah, antara lain:

1. Desain Konsep dan Terinci Kelas Cerdas.

Pada tahap desain konsep, dilakukan perancangan konsep sistem kelas cerdas berbasis IoT untuk proses pembelajaran tingkat SMP di Kota Surakarta. Konsep tersebut meliputi rancangan sistem secara umum, tujuan sistem, dan fitur-fitur utama yang ada pada sistem. Tahap desain terinci adalah tahap untuk mengembangkan rancangan konsep menjadi rancangan yang lebih detail, termasuk di dalamnya desain antarmuka, database, dan algoritma sistem. Hal-hal yang perlu diperhatikan pada tahap ini antara lain adalah keamanan data, skalabilitas, dan kemudahan penggunaan [9].

Pengembangan Sistem Kelas Cerdas Berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk Proses Pembelajaran Tingkat SMP di Kota Surakarta" menggunakan mikrokontroler ESP 32 S dirancang menggunakan tiga komponen utama yaitu mikrokontroler ESP 32 S, PZEM-004T dan modul relay. Pada perancangan modul PZEM-004T pada mikrokontroler ESP 32 dengan power supply 5 V dan juga modul relay 5 V pada rancangan rangkaian diatas pada pin GND, TX dan RX pada PZEM-004T terhubung pada pin GND, TX dan RX pada mikrokontroler ESP 32 sedangkan pin VCC pada Modul PZEM-004T terhubung ke 5 V ESP 32 S, pin GND pada PZEM-004T terhubung pada pin GND pada mikrokontroler ESP 32 sedangkan pin VCC pada Modul PZEM-004T terhubung ke 5 V ESP 32 S dan yang terakhir untuk pin IN pada Modul PZEM-004T terhubung pada GPIO 16 pada mikrokontroler. ESP 32 S, pin GND pada modul relay terhubung pada pin GND pada mikrokontroler ESP 32 sedangkan pin VCC pada Modul PZEM-004T terhubung ke 5 V ESP 32 S dan yang terakhir untuk pin IN pada Modul PZEM-004T terhubung pada GPIO 16 pada mikrokontroler ESP 32 S. Fig. 4. Menunjukkan Fig. an system kelas cerdas berbasis IoT secara keseluruhan [10], dan Fig. 5. Skema Rancangan sistem kelas cerdas berbasis IoT secara keseluruhan Skema Rancangan Sistem.

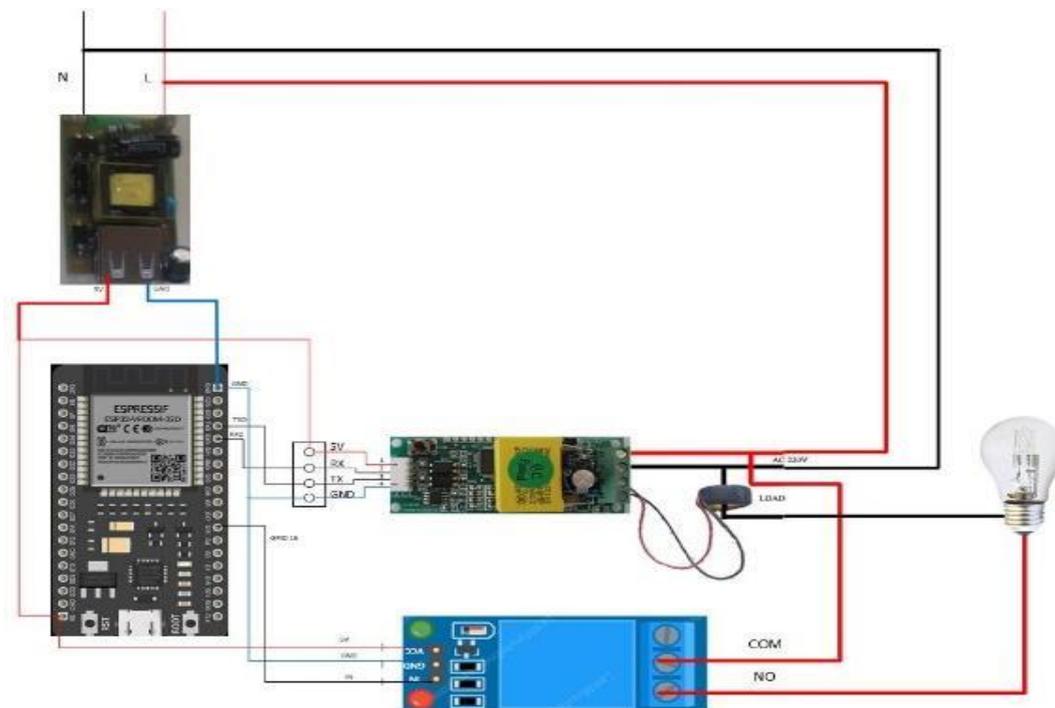


Fig. 4. Desain sistem kelas cerdas berbasis IoT secara keseluruhan

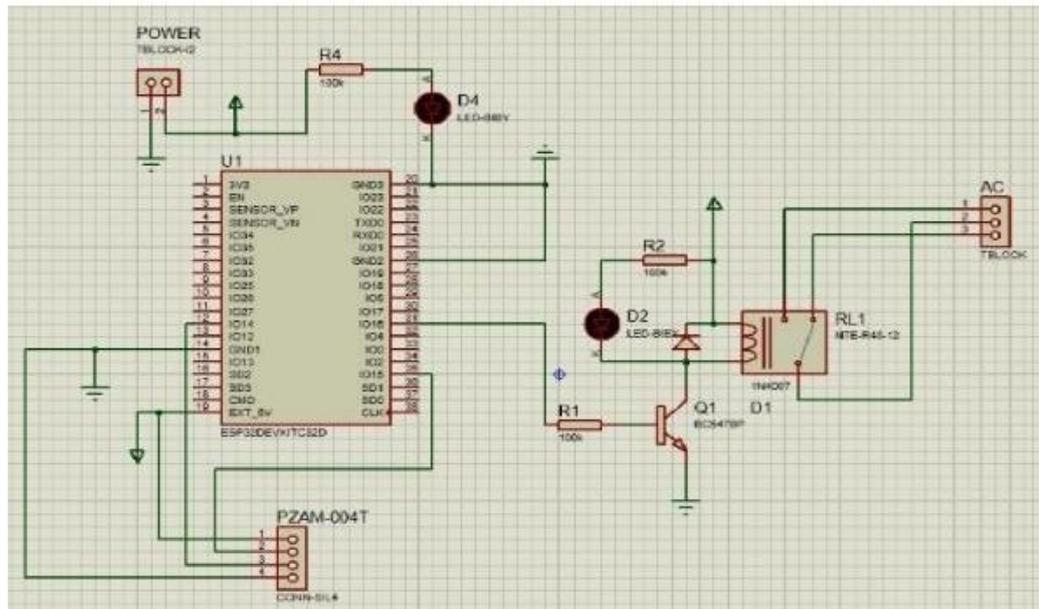


Fig. 5. Skema Rancangan sistem kelas cerdas berbasis IoT secara keseluruhan

2. Prototype

Tahap ini, dilakukan pembuatan prototipe sistem kelas cerdas berbasis IoT untuk proses pembelajaran tingkat SMP di Kota Surakarta. Prototipe ini digunakan untuk menguji dan memvalidasi rancangan sistem yang telah dibuat sebelumnya.

Rancangan aplikasi yang sebelumnya telah dirancang dengan menggunakan Adobe XD selanjutnya direalisasikan pada *Software* Android Studio dengan menggunakan bahasa pemrograman yang sesuai. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah XML dan javascript. Sistem pengelolaan *database* menggunakan *firebase*[11].

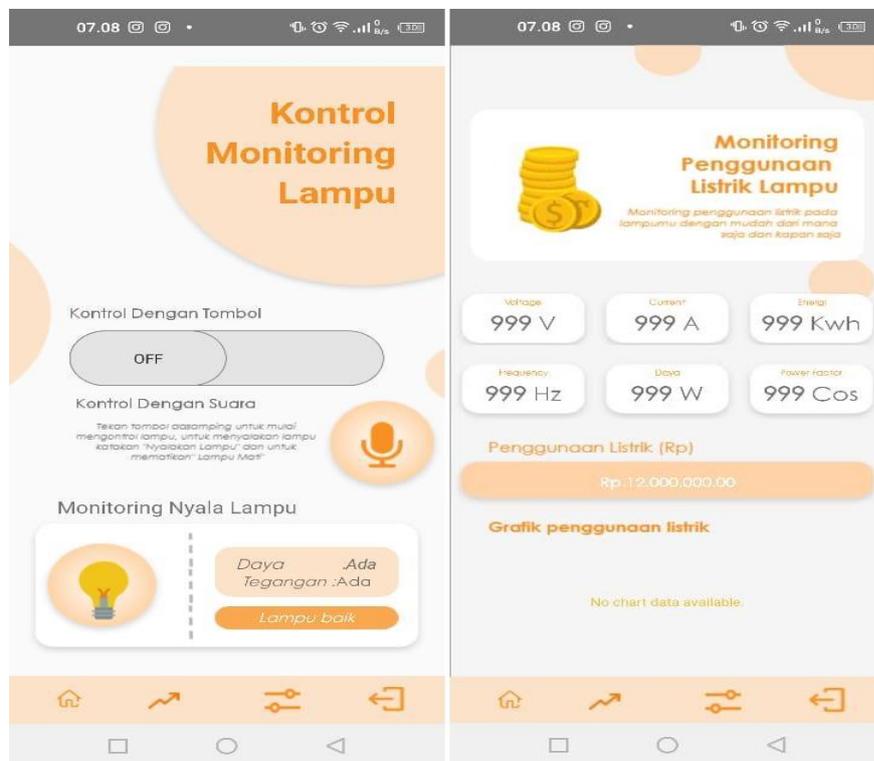


Fig. 6. Skema laman control dan kontrol lampu sistem kelas cerdas

Fig. 6 adalah Skema laman control dan kontrol lampu sistem kelas cerdas dari aplikasi kelas cerdas dan monitoring penggunaan listrik lampu. Pada halaman kontrol dan monitoring lampu berisi tombol *toogle sidebar* untuk kontrol nyala lampu, tombol kontrol menggunakan suara dan informasi kondisi nyala dan kondisi lampu. Sedangkan pada halaman monitoring penggunaan listrik pada lampu berisikan informasi besaran tegangan, arus, energi, frekuensi, daya, *power factor* pada lampu, besaran penggunaan listrik pada lampu dalam satuan rupiah dan grafik penggunaan listrik pada lampu.

Hasil rakitan perangkat keras system kelas cerdas berbasis IoT (*Internet of Things*) menggunakan *microcontroller* ESP 32 S menggunakan tiga komponen utama yaitu *microkontroller* ESP 32 S, modul PZEM-004T dan *power supply* 5 V. Modul PZEM-004T merupakan sensor multifungsi yang berfungsi untuk mengukur tegangan, arus, energi, frekwensi, daya dan *power vactor* yang terdapat pada lampu dan sebagai indikator kondisi lampu apakah dalam keadaan menyala atau tidak ataupun lampu dalam keadaan rusak atau tidak[12] dapat dilihat pada Fig. 7.

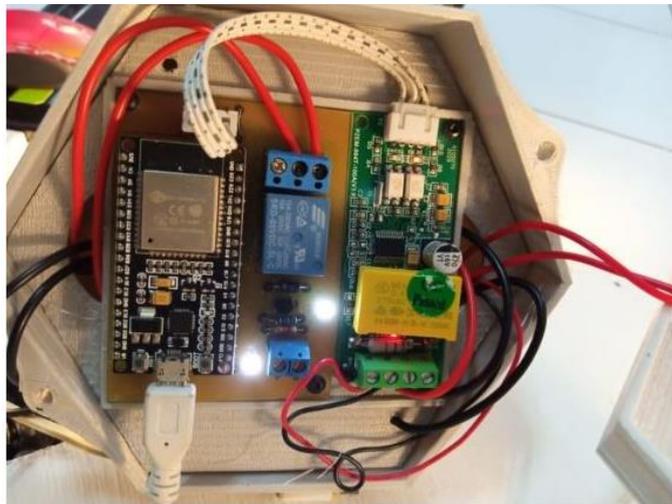


Fig. 7. Rangkaian perangkat keras sistem kelas cerdas keseluruhan

3. Evaluasi dan Uji Coba Sistem.

Tahap evaluasi dan uji coba system dilakukan untuk mengetahui akurasi besaran energi pada lampu dengan membandingkan data hasil pengukuran alat ukur dengan data yang tampil pada laman monitoring kelas cerdas. Monitoring nilai tegangan dan nilai *error* menggunakan dua metode untuk mencari nilai persentase *error* dan nilai kesalahan pengukuran perangkat terhadap kondisi sebenarnya adalah metode kesalahan relatif dan standar deviasi. Grafik perbandingan pengukuran tegangan sistem kelas cerdas keseluruhan, dapat dilihat pada Fig. 8.

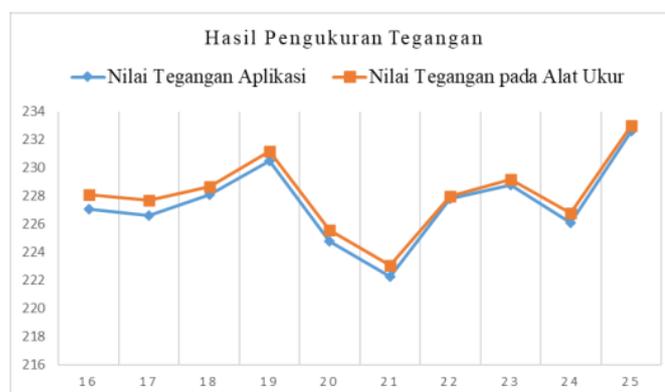


Fig. 8. Grafik perbandingan pengukuran tegangan sistem kelas cerdas keseluruhan

4. Revisi

Jika terdapat masalah atau kekurangan pada sistem, tahap revisi dilakukan untuk memperbaiki sistem tersebut. Proses ini dilakukan dengan memperhatikan masukan dari pengguna dan melakukan perubahan pada desain sistem yang telah dibuat sebelumnya.

Perhitungan Kesalahan Relatif

Metode kesalahan relatif untuk membandingkan persentase nilai kesalahan yang terjadi pada pengukuran perangkat terhadap kondisi sebenarnya[13].

$$\text{Relative Error \%} = \frac{\text{Absolute Error}}{\text{Actual Error}} \quad (1)$$

Nilai rata-rata *error* keseluruhan adalah :

$$\text{Error \%} = 67/10 = 0,67\%$$

Nilai *error* % hasil pengukuran pada rancangan perangkat dibandingkan kondisi sebenarnya sebesar 0,67%.

Perhitungan Standar Deviasi

Metode ini digunakan untuk mencari seberapa jauh nilai kesalahan pengukuran pada rancangan perangkat. Maka nilai rata-rata adalah : $X = 0,59 / 10 = 0,059$.

Penghitungan tabel pengukuran dapat dilihat pada table 1.

Table 1. Penghitungan tabel pengukuran

No.	X	(X-X) X	X ²
1	0,059-0,06	-0,001	0,0001
2	0,059-0,06	-0,001	0,0001
3	0,059-0,06	-0,001	0,0001
4	0,059-0,06	-0,001	0,0001
5	0,059-0,06	-0,001	0,0001
6	0,059-0,05	0,009	0,0009
7	0,059-0,06	-0,001	0,0001
8	0,059-0,06	-0,001	0,0001
9	0,059-0,06	-0,001	0,0001
10	0,059-0,06	-0,001	0,0001
n = 10		$\sum x^2 = 0,0018$	

$$S = s = \sqrt{\frac{\sum(\bar{x} - x)^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{0,0018}{10 - 1}} = \sqrt{0,0002} = 0,01414$$

$$\text{Nilai maksimum} = 0,06 - 0,01414 = 0,04586$$

$$\text{Nilai minimum} = 0,05 - 0,01414 = 0,03586$$

Persentase nilai kesalahan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Error \%} = \frac{0,01414}{0,04586} \times 100\% = 0,30833\%$$

Pengolahan data diatas dapat disimpulkan bahwa pada perancangan sistem kelas cerdas ini persentasi *error* sebesar adalah 0,30833%.

5. Implementasi

Setelah sistem telah dirancang dan dievaluasi dengan baik, tahap implementasi dilakukan untuk mengimplementasikan sistem kelas cerdas berbasis IoT untuk proses pembelajaran tingkat SMP di Kota Surakarta pada lingkungan nyata.

Monitoring nilai energi dan nilai *error* Perangkat

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan dua metode untuk mencari nilai persentase *error* dan nilai kesalahan pengukuran perangkat terhadap kondisi sebenarnya adalah metode kesalahan relatif dan standar deviasi. Grafik perbandingan pengukuran energi dapat dilihat di Fig. 9, .

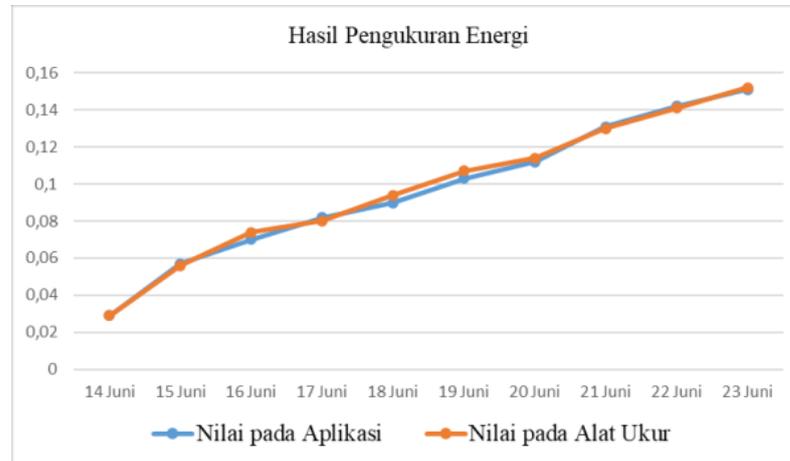


Fig. 9. Perbandingan pengukuran energi

Monitoring nilai frekuensi dan nilai *error* perangkat

Pengolahan data peneliti menggunakan dua metode untuk mencari nilai persentase *error* dan nilai kesalahan pengukuran perangkat terhadap kondisi sebenarnya adalah metode kesalahan relatif dan standar deviasi. Grafik perbandingan pengukuran frekuensi, dapat dilihat pada Fig. 10.

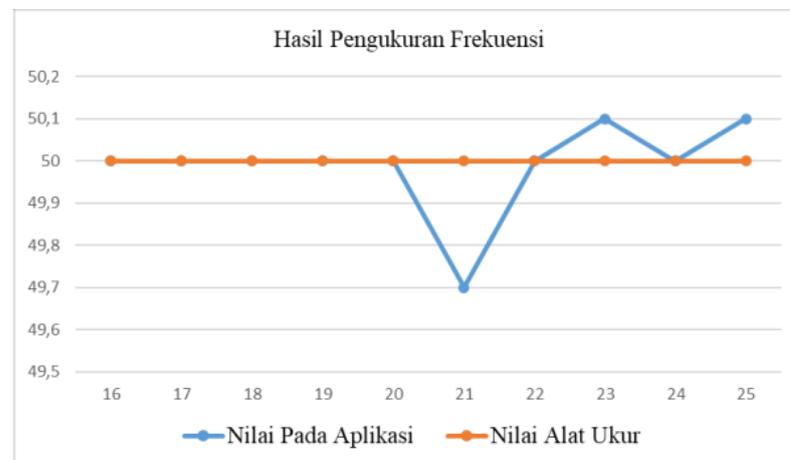


Fig. 10. Perbandingan pengukuran frekuensi

Monitoring nilai daya dan nilai *error* Perangkat

Pengolahan data peneliti menggunakan dua metode untuk mencari nilai persentase *error* dan nilai kesalahan pengukuran perangkat terhadap kondisi sebenarnya adalah metode kesalahan relatif dan standar deviasi. Grafik perbandingan pengukuran daya, dapat dilihat pada Fig. 11.

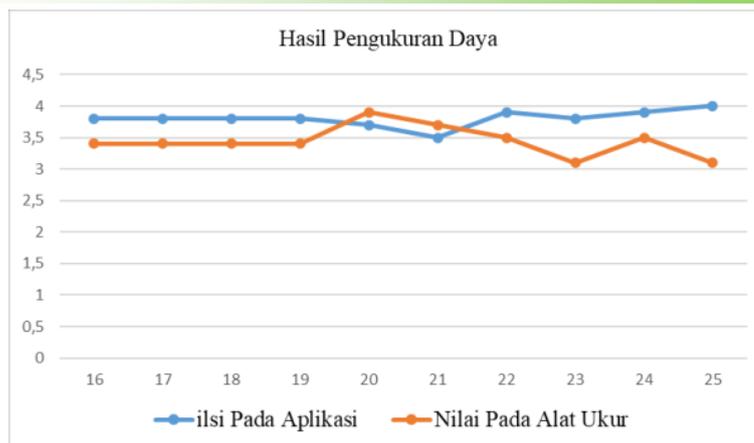


Fig. 11. Perbandingan Pengukuran Daya

Monitoring nilai *power factor* dan nilai *error* perangkat

Pengolahan data peneliti menggunakan dua metode untuk mencari nilai persentase *error* dan nilai kesalahan pengukuran perangkat terhadap kondisi sebenarnya adalah metode kesalahan relatif dan standar deviasi. Grafik perbandingan pengukuran *power factor* dapat dilihat pada Fig. 12.

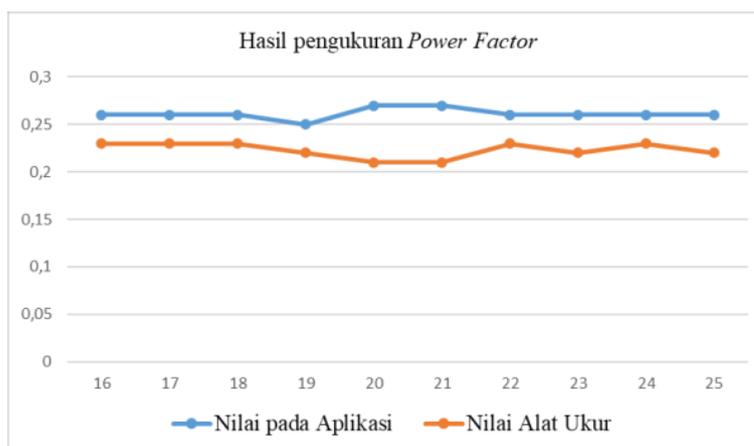


Fig. 12. Perbandingan pengukuran *power factor*

4.2. Pembahasan

Pada pengembangan sistem kelas cerdas berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk proses pembelajaran tingkat SMP di Kota Surakarta ini, teknologi kelas cerdas ini dilakukan dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP 32 S sebagai pengganti Raspberry Pi dan modul PZEM-004T. Modul PZEM-004T digunakan untuk mengetahui apakah lampu dalam kondisi mati (rusak) yang diindikasikan dengan ada tidaknya arus yang mengalir pada ruang kelas cerdas. dan kondisi relay yang termonitoring pada aplikasi serta mengetahui besaran penggunaan listrik yang digunakan pada lampu ruang kelas cerdas. Alat ini dikemas sedemikian rupa sehingga saat pemasangan dan penggunaan di rang kelas cerdas lebih praktis dan efisien dibandingkan dengan alat dan metode lain yang sudah ada sebelumnya.

Kelas Cerdas disiapkan dengan memanfaatkan teknologi IoT menggunakan ESP 32 S. Mikrokontroler ini sudah dilengkapi dengan modul WiFi dalam chip sehingga tidak lagi membutuhkan modul tambahan dan sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi IoT. Dengan adanya koneksi internet pemilik rumah sudah bisa memantau penggunaan daya listrik yang digunakan untuk penggunaan lampu di rumah, mengetahui kondisi lampu apakah masih dalam keadaan baik atau sudah rusak dan mengontrol nyala lampu ruangan secara online melalui sebuah aplikasi yang telah terintegrasi dengan lampu ruang kelas cerdas. Keunggulan lain dari kelas cerdas adalah dapat diakses dengan mudah dimana saja dan kapan saja membuat tingkat efisiensi

tenaga dan waktu serta dari segi penghematan energi listrik dan biaya produksi yang digunakan lebih rendah [14].

Sistem kelas cerdas merupakan sebuah alat yang memiliki fungsi utama untuk mengontrol dan memonitoring lampu walaupun pengguna berpindah – pindah dari satu tempat ke tempat yang lain sehingga penggunaannya lebih praktis. Sistem kelas cerdas ini menggunakan sebuah aplikasi mobile yang diberi nama ASTRO yang berfungsi untuk mengontrol dan memonitoring kondisi dan penggunaan listrik pada lampu kapan dan dimana saja serta mengkonversi penggunaan energi yang digunakan pada lampu ke bentuk rupiah. Berdasarkan rancangan *prototype* sistem kelas cerdas yang telah dibuat telah dilakukan pengujian kontrol lampu dan monitoring kondisi lampu, besaran arus, tegangan, daya, *power factor*, frekwensi, energi serta mengkonversi penggunaan energi yang digunakan pada lampu ke bentuk rupiah melalui aplikasi yang telah terintegrasi dengan perangkat kelas cerdas[8]. Pada pengujian dan uji coba perangkat sistem dilakukan dengan mengamati secara langsung dan menggunakan alat ukur berstandar seperti multimeter meter dan lain sebagainya. Pada uji dilakukan di Laboratorium Komputer SMPKK Surakarta.

Bardasarkan hasil uji coba kontrol dan monitoring kondisi lampu pada *prototype* sistem kelas cerdas berjalan sesuai dengan yang diharapkan namun masih terdapat *delay* pada saat mengotrol lampu menggunakan aplikasi dan pada uji coba monitoring besaran arus, tegangan, daya, *power factor*, frekuensi, energi listrik pada lampu dalam waktu yang sama masih sering terdapat selisih data atau tidak sesuai dengan data yang sebenarnya. Hal ini biasanya dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: koneksi internet yang kurang stabil dan tegangan input pada microcontroller tidak stabil sehingga menyebabkan beberapa komponen tidak berfungsi dengan baik. Berdasarkan hasil dari pengujian yang dilakukan maka perlu dihindari halhal diatas sehingga membuat *prototype* sistem kelas cerdas dapat berjalan seperti yang diharapkan. Dalam pengembangan sistem kelas cerdas berbasis IoT ini, dilakukan pengintegrasian antara perangkat keras (sensor, mikrokontroler, dan aktuator) dengan perangkat lunak (aplikasi web dan mobile) untuk memonitor dan mengontrol lingkungan belajar yang lebih cerdas. Fitur-fitur yang dikembangkan dalam sistem ini meliputi monitoring kualitas udara, suhu, kelembaban, cahaya, dan kebisingan di ruang kelas, serta penyampaian materi pembelajaran dan tugas melalui platform aplikasi web dan mobile.

Diharapkan sistem kelas cerdas berbasis IoT ini dapat membantu proses pembelajaran tingkat SMP di Kota Surakarta menjadi lebih interaktif, inovatif, dan efektif. Selain itu, penelitian ini juga dapat memberikan kontribusi pada pengembangan teknologi IoT dalam bidang pendidikan di Indonesia.

5. Kesimpulan

Hasil pengembangan sistem kelas cerdas berbasis IoT (*Internet of Things*) ialah menghasilkan sebuah produk Kelas Cerdas dengan memanfaatkan teknologi *Internet of things* (IoT) menggunakan ESP 32 S. Mikrokontroler ini sudah dilengkapi dengan modul WiFi dalam chip sehingga tidak lagi membutuhkan modul tambahan dan sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things*. Alat ini dikemas sedemikian rupa dalam bentuk fitting yang pemasangan dan penggunaannya lebih praktis dan efisien dibandingkan dengan alat dan metode lain yang sudah ada sebelumnya. Dengan adanya koneksi internet pemilik rumah sudah bisa memantau penggunaan daya listrik yang digunakan untuk penggunaan lampu di rumah, mengetahui kondisi lampu apakah masih dalam keadaan baik atau sudah rusak dan mengontrol nyala lampu ruangan secara online melalui sebuah aplikasi yang telah terintegrasi dengan fitting lampu yang digunakan.

Berdasarkan hasil pengujian produk pengembangan sistem kelas cerdas berbasis IoT (*Internet of Things*) menggunakan Mikrokontroler ESP 32 S untuk mengontrol nyala lampu, memonitoring kondisi dan penggunaan listrik pada lampu mendapatkan nilai *error* sebesar 0% yang artinya alat dapat bekerja dengan baik dan akurat. Sedangkan untuk hasil pengujian monitoring nilai erroe tegangan ialah 0,68 % ,nilai *error* arus sebesar 0,014%, besaran nilai *error* energi sebesar 0,030%, nilai *error* frekwensi sebesar 0,065 %, besaran nilai *error* daya sebesar 0,54% dan besaran nilai *error Power Factor* sebesar 0,040 % angka ini didapatkan berdasarkan perbandingan antara hasil monitoring sistem kelas cerdas dengan hasil pengukuran pada alat ukur.

Ucapan Terima Kasih

Pertama-tama kami mengucapkan terimakasih kepada LPPM UKTS yang telah mensupport dana penelitian Internal, Kedua kami mengucapkan terima kasih kepada Pengelola Jurnal JITU UBY yang telah memberikan ruang dan mempublish artikel jurnal ini di laman Jurnal JITU.

Daftar Pustaka

- [1] Al-Rizzo, H. M., Hameed, S., Al-Hawashim, A., & Al-Zoubi, M. (2021). *Developing A Smart Classroom Management System Using Internet Of Things And Cloud Computing*. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, 12(5), 4745-4761. doi: 10.1007/s12652-021-03275-4.
- [2] García-Hernández, J., Gutiérrez-Martínez, I., & Ramos-Quintana, F. (2020). *Smart Classroom: A New Approach To Improve The Teaching-Learning Process*. In F. J. García-Peñalvo (Ed.), *Smart learning ecosystems in smart regions and cities* (pp. 129-143). Springer. doi: 10.1007/978-3-030-46589-5_8.
- [3] Huang, X., Li, B., Wu, Z., & Zhang, Y. (2021). *An Intelligent Class Management System Based On Artificial Intelligence And The Internet Of Things*. IEEE Access, 9, 15945-15957. doi: 10.1109/ACCESS.2021.3056289.
- [4] El-Kassas, E., & Sallam, A. K. (2021). *A Smart Classroom Management System For The COVID-19 Era Based On Facial Recognition And Body Temperature Monitoring*. Computer Applications in Engineering Education, 29(5), 1125-1139. doi: 10.1002/cae.22298.
- [5] Wang, X., & Yang, X. (2018). *A Smart Classroom System Based On The Internet Of Things*. Journal of Physics: Conference Series, 1102(1), 012123. doi: 10.1088/1742-6596/1102/1/012123.
- [6] Jia, Y., Xu, X., & Yin, J. (2018). *Design And Implementation Of A Smart Classroom Management System Based On Cloud Computing*. In Proceedings of the 2018 3rd International Conference on Image, Vision and Computing (ICIVC) (pp. 427-431). IEEE. doi: 10.1109/ICIVC.2018.8492940.
- [7] Li, B., Li, H., Huang, X., & Zhang, Y. (2022). *A Hybrid Artificial Intelligence Model For Smart Classroom Management System*. IEEE Access, 10, 32007-32021. doi: 10.1109/ACCESS.2022.3072225.
- [8] Yang, Z., Liu, X., Li, C., & Li, J. (2023). *A Smart Classroom Management System Based On Edge Computing And Blockchain Technology*. IEEE Access, 11, 15869-15880. doi: 10.1109/ACCESS.2022.3151462.
- [9] Han, J., Kim, Y., & Kim, J. (2023). *Design And Implementation Of A Smart Classroom System Based On Artificial Intelligence And The Internet Of Things*. Sensors, 23(2), 390. doi: 10.3390/s23020390.
- [10] He, S., Liu, J., & Ma, J. (2023). *An Intelligent Classroom System Based On Brain-Computer Interface And Emotion Recognition*. Future Generation Computer Systems, 125, 587-596. doi: 10.1016/j.future.2022.12.024.
- [11] Jiang, Y., Zhang, L., Wang, R., & Zhang, Q. (2022). *Design And Implementation Of A Smart Classroom System Based On Edge Computing*. Cluster Computing, 25(1), 689-700. doi: 10.1007/s10586-022-03836-2.
- [12] Liu, Y., Yang, X., & Zhang, J. (2022). *An Intelligent Classroom Teaching Platform Based On Augmented Reality Technology*. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, 13(1), 579-588. doi: 10.1007/s12652-021-03309-x.
- [13] Jiang, J., Li, Y., Li, S., & Li, Z. (2022). *A Smart Classroom System Based On Computer Vision And Deep Learning*. IEEE Access, 10, 41661-41671. doi: 10.1109/ACCESS.2022.3121272.
- [14] Chen, J., & Chen, X. (2022). *Design And Implementation Of A Smart Classroom System Based On The Internet Of Things*. Future Internet, 14(2), 40. doi: 10.3390/fi14020040.