

RANCANGAN MANAJEMEN JARINGAN DENGAN INTEGRASI OTOMATISASI MENGUNAKAN INTERNET OF THINGS

Aditya Pandu Firmansyah, Muhammad Fadlan Ramadhan✉, Wahyudi

Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mercu Buana, Jakarta, Indonesia

Email: 41520120043@student.mercubuana.ac.id

ABSTRACT

The Internet of Things (IoT) is one of the newest technologies that schools have not yet fully embraced. As a result, there has been wasteful use of energy and inadequate usage of classrooms. The goal of this research is to create and evaluate an IoT system in schools that uses RFID Card and Reader to improve classroom usage and energy efficiency. There are three research methods used which involve running system analysis, proposed system, and prototyping methods. Through reviews of the literature, data was gathered. After then, the data was examined to find issues and system requirements. Additionally, an Internet of Things system design was developed and put to the test via simulation with Cisco Packet Tracer. The Internet of Things automation design was in line with the scenario that the researchers had planned, according to the outcomes of the experiments and simulations. It is established that the system increases classroom productivity while conserving energy. It is anticipated that this system's implementation will assist schools in raising the standard of instruction and fostering a more favorable learning environment.

Keyword: *Internet of Things (IoT), RFID Reader, RFID Card, Energy Efficiency, Classroom Space.*

ABSTRAK

Sekolah-sekolah masih tertinggal dalam penerapan teknologi terkini, termasuk Internet of Things (IoT). Hal ini menyebabkan penggunaan energi tidak efisien dan penggunaan ruang kelas tidak optimal. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji sistem IoT di sekolah menggunakan RFID Card dan Reader untuk mencapai efisiensi energi dan pemanfaatan ruang kelas yang lebih efisien. Metode penelitian yang digunakan ada tiga yang melibatkan analisis sistem yang berjalan, analisis sistem usulan, dan metode prototyping. Data dikumpulkan melalui tinjauan literatur. Data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi masalah dan kebutuhan sistem. Selanjutnya dibuat rancangan sistem IoT dan diuji melalui simulasi menggunakan Cisco Packet Tracer. Hasil percobaan dan simulasi menunjukkan bahwa desain otomatisasi Internet of Things sesuai dengan skenario yang telah peneliti siapkan. Sistem ini terbukti menghemat energi dan meningkatkan efisiensi ruang kelas. Penerapan sistem ini diharapkan dapat membantu sekolah meningkatkan kualitas pendidikan dan menciptakan lingkungan belajar yang lebih kondusif.

Kata Kunci: *Internet of Things (IoT), RFID Reader, RFID Card, Efisiensi Energi, Ruang Kelas.*

PENDAHULUAN

Internet adalah salah satu sarana yang dapat digunakan. Internet menyajikan beragam informasi canggih dari seluruh dunia. Selain internet terdapat perkembangan teknologi lainnya yang sangat cepat. Perkembangan dalam teknologi dapat menjadi kebutuhan yang sering digunakan untuk kehidupan saat ini. Salah satu manfaat perkembangan teknologi yaitu Internet of Things.

Pada tahun 2024, ada miliaran perangkat Internet of Things yang terhubung ke Internet (Baccouch et al., 2021). Istilah kata dari "Internet of Things" diciptakan oleh seorang pria bernama Kevin Ashton saat melakukan presentasi untuk memperkenalkan Radio-Frequency Identification (RFID) berbasis IoT di sebuah perusahaan Proctor &

Gamble pada tahun 1999 (Radouan Ait Mouha, 2021). Internet of Things adalah gabungan dari beberapa segmen antara jaringan internet dan objek sebuah perangkat fisik yang bisa diimplementasikan dalam ruangan, kendaraan, dan lainnya. Setiap perangkat IoT yang tertanam dalam berbagai alat elektronik, perangkat lunak, sensor, dan konektivitas jaringan internet yang memungkinkan perangkat IoT ini melakukan pertukaran data (Bhat et al., 2019). Ini memungkinkan bahwa perangkat yang terintegrasi dengan Internet of Things menjadi lebih pintar, dan lebih efektif. Banyak orang yang percaya bahwa teknologi yang menerapkan IoT akan mempengaruhi kehidupan di masa depan dengan menciptakan pasar yang besar (Sadoughi et al., 2020).

Teknologi yang terintegrasi dengan Internet of Things telah menghadirkan perspektif baru mengenai kemajuan teknologi di berbagai bidang, misalnya di bidang industri contohnya IoT memfasilitasi konsep pabrik pintar (smart factory) dengan mengoptimalkan produksi dan memperbaiki efisiensi operasional, dan bidang medis contohnya IoT memungkinkan pengembangan perangkat medis pintar untuk pemantauan pasien jarak jauh dan manajemen penyakit kronis, dan di bidang lain yang belum dieksplorasi (Nizetić et al., 2020).

Pendidikan terus berkembang seiring dengan pesatnya kemajuan teknologi. Sudah jelas bahwa teknologi telah merambah dan berperan penting dalam pendidikan formal di sekolah-sekolah. Proses pembelajaran di sekolah kini turut dipengaruhi teknologi (Haleem et al., 2022). Para siswa sekarang dapat belajar dengan bantuan teknologi yang tersedia sepanjang waktu, memungkinkan mereka untuk mengakses sumber informasi dimana pun dan kapan pun. Dalam bidang pendidikan, Internet of Things memiliki peranan yang cukup penting (Zeeshan et al., 2022). Selain berfungsi sebagai jendela dunia untuk memperluas wawasan dan pengetahuan, Internet of Things juga memiliki peran lain, terutama dalam sebuah ruangan, dengan menyediakan fasilitas modern. Dengan menerapkan Internet of Things, pengalaman belajar dapat ditingkatkan secara signifikan.

Salah satu alternatif yang peneliti lakukan adalah dengan menerapkan IoT ke dalam masing-masing ruangan dengan tujuan dapat mengoptimalkan penggunaan ruang kelas dengan mengaktifkan dan menonaktifkan akses ke ruangan secara otomatis sesuai dengan jadwal penggunaannya, mengurangi kemungkinan ruang kelas terbuka tanpa pengawasan dan pemborosan energi (Mayang Sari et al., 2023).

KAJIAN LITERATUR

Internet of Things

Perkembangan Internet of Things saat ini sangat pesat dan terus berlanjut, hal ini juga semakin diminati oleh para ilmuwan dan industri. Hal tersebut disebabkan oleh kemampuan Internet of Things yang sangat baik dalam menghubungkan banyak perangkat satu sama lain melalui jaringan internet (Dachyar et al., 2019).

Internet of Things adalah sebuah teknologi baru pada era saat ini yang sangat fleksibel dilakukan pengaplikasiannya di berbagai bidang (Purohit & Purohit, 2021). Penggunaan Internet of Things telah menunjukkan pengaplikasian yang sangat luas di berbagai bidang, termasuk pada penelitian pada bidang transportasi dan logistik (T&L). Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan IoT pada

industri T&L yang memiliki skala besar telah menunjukkan hasil positif, sehingga pemanfaatan teknologi IoT terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi biaya (Rey et al., 2021).

Lalu pengaplikasian teknologi Internet of Things di bidang industri, khususnya di industri manufaktur Malaysia, peneliti sebelumnya menemukan hasil positif yang signifikan terhadap manfaat dari teknologi Internet of Things, yakni meningkatkan efisiensi dalam penghematan biaya, mengurangi biaya pemborosan, serta memungkinkan industri tersebut dapat merespon dengan lebih efektif terhadap permintaan pasar (Adnan et al., 2023).

Pada sektor pendidikan, pengaplikasian teknologi Internet of Things telah menunjukkan dampak positif yang signifikan. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pengaplikasian IoT secara tidak langsung dapat meningkatkan dinamika, inklusivitas, dan interaktivitas pembelajaran. Selain itu, pengaplikasian IoT juga dapat memberikan pengalaman pembelajaran yang lebih nyaman dan efektif, dengan peningkatan suhu, pencahayaan, dan kualitas udara, yang dapat dilakukan oleh teknologi Internet of Things sehingga membuat proses pembelajaran menjadi lebih menyenangkan dan kondusif (Ghashim & Arshad, 2023).

Perencanaan

Perencanaan merupakan proses merancang serangkaian tindakan yang akan mencapai tujuan pengguna (Murturi et al., 2022). Perencanaan menjadi dasar penting dalam riset terkait analisis Internet of Things, memungkinkan para peneliti untuk mengidentifikasi parameter yang relevan, memilih sensor yang tepat, merancang jaringan yang efisien, dan menetapkan strategi analisis data yang optimal. Dengan perencanaan yang matang, peneliti dapat memastikan bahwa infrastruktur IoT yang dibangun memberikan hasil yang akurat dan bernilai, memperdalam pemahaman tentang kinerja sistem, serta potensi manfaat yang dapat diperoleh melalui penerapan teknologi IoT.

Smart Room

Smart room adalah ide otomatisasi yang diterapkan di dalam sebuah ruangan dengan menggunakan Internet of Things (Seftiana & Andri Rifai, 2023). Smart room menggunakan Internet of Things telah menjadi inovasi yang menjanjikan dalam konteks pendidikan di sekolah. Dengan konsep ini, ruangan kelas dapat ditingkatkan ke tingkat yang lebih tinggi dari sekadar tempat pembelajaran konvensional.

Melalui penggunaan sensor cerdas dan perangkat terhubung, ruangan pintar dapat mengoptimalkan lingkungan belajar.

Radio Frequency Identification

Radio Frequency Identification (RFID) merupakan teknologi nirkabel berfrekuensi rendah yang memfasilitasi konektivitas antar miliaran perangkat (Costa et al., 2021). Dengan RFID, setiap objek dapat terhubung ke Internet melalui Internet of Things (IoT), menandakan potensi besar dalam meluaskan jangkauan konektivitas (Bharatiraja et al., 2023). Pengaplikasian RFID tidak terbatas, mencakup berbagai bidang seperti navigasi robot, identifikasi objek dalam ruangan, dan penempatan objek yang tidak terlihat (Munoz- Ausecha et al., 2021).

Element paling penting dalam penerapan teknologi RFID adalah integrasi antara RFID tag dengan RFID Reader. RFID tag menyimpan nomor identifikasi unik, sementara RFID Reader berperan sebagai alat untuk mengidentifikasi nomor unik tersebut secara efektif. Dengan demikian, keduanya bekerja bersama untuk memastikan keberhasilan penggunaan teknologi RFID dalam pengaplikasian identifikasi (Centea et al., 2020).

Teknologi Radio Frequency Identification (RFID) memiliki fokus utama pada pengaplikasian dalam identifikasi. Pengembangan sistem tag RFID saat ini dinilai lebih andal dan akurat, menghasilkan peningkatan signifikan dalam kualitas teknologi ini. Selain itu, klasifikasi RFID Reader berdasarkan frekuensi menambah fleksibilitas dalam penggunaannya (Rajapaksha, 2020).

Simulasi

Simulasi adalah kegiatan untuk memperkirakan, memeriksa, dan memprediksi bagaimana sesuatu akan menjadi di masa depan berdasarkan model virtual dengan pengetahuan, mekanisme, dan data industri (Hu et al., 2021). Simulasi dalam pengembangan Internet of Things melibatkan pemodelan dan pengujian sistem secara virtual di komputer atau perangkat lunak. Ini membantu peneliti dan pengembang menguji berbagai skenario, memprediksi perilaku sistem dalam berbagai kondisi, dan mengidentifikasi masalah tanpa harus melibatkan biaya fisik yang tinggi. Dengan simulasi, pengujian dapat dilakukan pada skala yang lebih besar dan kompleksitas yang lebih tinggi, memungkinkan peneliti untuk meningkatkan desain sistem dan mengurangi risiko sebelum melakukan pengujian di dunia nyata.

Cisco Packet Tracer

Cisco Packet Tracer adalah sebuah aplikasi simulasi jaringan yang menawarkan lingkungan aman serta efektif dalam berlatih berbagai konsep jaringan seperti membuat topologi, melakukan konfigurasi dan melakukan analisis pada konfigurasi yang error (Jena, 2023).

METODE PENELITIAN

Analisis Sistem Berjalan

Pengamatan awal yang penulis lakukan menunjukkan bahwa beberapa sekolah masih memakai metode pengelolaan ruangan kelas yang konvensional, yang berakibat pada rendahnya efisiensi energi dan penggunaan ruang yang kurang maksimal. Implementasi terhadap infrastruktur jaringan yang sedang berjalan masih dapat dikembangkan dengan integrasi perangkat otomatisasi.

Analisis Sistem Usulan

Berdasarkan pengamatan dari sistem yang saat ini berjalan di sekolah, rancangan sistem yang disarankan melibatkan perancangan penggunaan teknologi Internet of Things untuk mengoptimalkan ruangan kelas dalam hal efisiensi energi dan penggunaan fasilitas teknologi. Sistem usulan akan mencakup sensor untuk mengendalikan perangkat elektronik seperti lampu, AC ataupun kipas angin secara otomatis. Analisis sistem yang diusulkan akan digambarkan melalui rancangan topologi jaringan yang memvisualisasikan bagaimana perangkat IoT diintegrasikan ke dalam ruangan untuk meningkatkan efisiensi energi dan pemanfaatan teknologi.

Metode Prototype

Metode prototype adalah suatu metode penelitian yang dimanfaatkan untuk mendukung tahapan perancangan dan pengembangan perangkat lunak (Aziz & Zahra, 2023). Metode ini digunakan karena memungkinkan peneliti untuk menciptakan model awal dari produk atau sistem yang sedang dikembangkan, yang dapat digunakan untuk menguji konsep dan mengidentifikasi kebutuhan pengguna secara dini. Dalam tahapannya, terdapat 3 tahapan:

1. Pengumpulan Kebutuhan. Pengumpulan kebutuhan adalah tahap awal dalam metode prototipe di mana peneliti atau pengembang mengidentifikasi dan mengumpulkan informasi mengenai kebutuhan pengguna atau pemangku kepentingan. Proses ini dimulai dengan proses menyeluruh untuk mengenali kebutuhan perangkat lunak dan mencatat hasil yang harus dicapai (Kalunga et al., 2022).

2. Proses Desain. Proses desain adalah perjalanan yang dinamis, perlu diskusi, berulang-ulang, dapat digunakan kembali, dan oleh karena itu saling berkelanjutan (Curraro et al., 2022). Proses ini merupakan tahap di mana peneliti atau pengembang membuat rencana atau konsep untuk prototype berdasarkan kebutuhan yang telah dikumpulkan. Ini melibatkan pembuatan sketsa, diagram, atau model desain yang menunjukkan bagaimana sistem atau perangkat IoT akan bekerja dan berinteraksi dengan pengguna.
3. Membangun Prototype. Membangun prototype adalah langkah yang dilakukan di antara proses formalisasi dan evaluasi sebuah ide (Ly, 2022). Tahapannya adalah di mana prototype fisik atau digital dari sistem atau perangkat IoT dibangun berdasarkan desain yang telah dikonsepsikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini melalui tahap rancangan desain otomatisasi dengan mengintegrasikan protokol Internet of Things dan juga tahap simulasi menggunakan software Cisco Packet Tracer.

Pada tahapan pertama ini, fokus penelitian yaitu untuk membuat sebuah desain terhadap rancangan otomatisasi dengan 4 komponen perangkat utama pada setiap ruangan di sekolah. Komponen – komponen tersebut ialah Pintu, AC/ Kipas, dan Lampu.

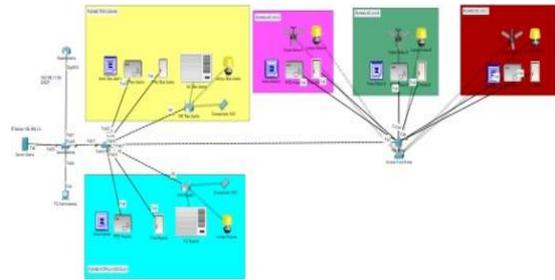


Gambar 1. Komponen Perangkat Otomatisasi

Keempat komponen perangkat tersebut terhubung menggunakan sebuah protokol Internet of Things, yaitu RFID Reader dan RFID Card yang keseluruhan informasi datanya tersimpan pada pusat server sekolah. Pada desain rancangan otomatisasi ini, apabila RFID Reader membaca aturan kondisi yang disimpan sesuai dengan RFID Card yang digunakan maka sistem otomatisasi akan berjalan (Pintu terbuka otomatis, AC atau kipas aktif secara otomatis, dan lampu akan nyala secara otomatis juga).



Gambar 2. Protokol Internet of Things



Gambar 3. Desain Rancangan Topologi Jaringan Secara Keseluruhan

Pada gambar 3 tersebut menunjukkan hasil dari rancangan desain topologi jaringan untuk menjalankan sistem otomatisasi perangkat menggunakan integrasi protokol Internet of Things pada setiap ruangan di sekolah.

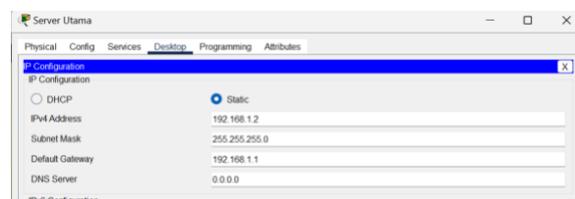
Selanjutnya untuk implementasi dari hasil desain rancangan tersebut, keseluruhan data informasi komponen perangkat dan aturan logika dari setiap protokol akan disimpan melalui server yang ada di sekolah. Konektivitas antara setiap perangkat dan protokol yang ada di masing-masing ruangan terhubung menggunakan kabel jaringan LAN dan juga wireless router. Untuk itu diperlukan konfigurasi melalui switch penghubung antar ruangan dan juga wireless router di masing- masing ruangan agar nantinya setiap perangkat otomatisasi akan mendapatkan IP address dan melalui gateway yang sama agar bisa terhubung melalui server sekolah.

Pada desain rancangan otomatisasi ini, peneliti menggunakan settingan DHCP pada Router Utama dan menggunakan Server Utama untuk menyimpan data informasi setiap perangkat dan protokol serta aturan kondisi protokol yang akan dibuat.

```
Router_Utama#sh ip dhcp pool
Pool SERVER :
Utilization mark (high/low) : 100 / 0
Subnet size (first/next) : 0 / 0
Total addresses : 254
Leased addresses : 23
Excluded addresses : 0
Pending event : none

1 subnet is currently in the pool
Current index IP address range Leased/Excluded/Total
192.168.1.1 192.168.1.1 - 192.168.1.254 23 / 0 / 254
Router_Utama#
```

Gambar 4. DHCP pada Router Utama sebagai Gateway setiap Perangkat IoT yang Terkoneksi



Gambar 5. IP Server Utama sebagai Media Pusat Data dan Informasi Perangkat dan Protokol IoT

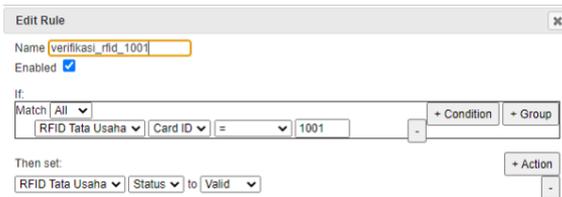


Gambar 6. Salah satu Perangkat yang Terhubung ke Jaringan melalui Gateway yang diberikan Router Utama dan bisa dihubungkan dengan Server Pusat

Kondisi Aturan Logika Protokol IoT

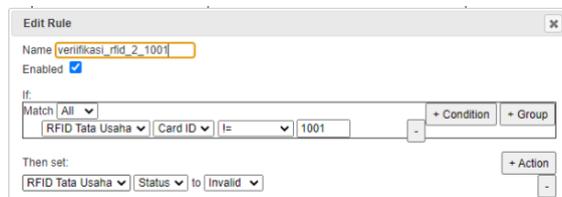
Fokus utama pada perancangan protokol Internet of Things sebagai media otomatisasi ini terletak pada aturan logika kondisi yang dibuat melalui protokol RFID Reader dan RFID Card. Aturan kondisi ini nantinya akan di simpan pada Server Utama melalui service IoT Monitor sebagai media penyimpanan data dan informasi.

Aturan dari protokol pertama adalah kondisi jika RFID Reader menerima input dari RFID Card yang sesuai dengan yang telah didaftarkan sebagai kunci maka akan menunjukkan status dari RFID Reader adalah "Valid".



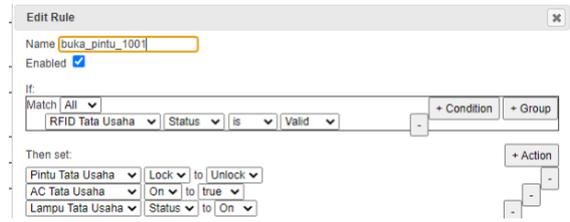
Gambar 7. Menunjukkan Kondisi Protokol Kunci yang Active.

Kemudian untuk protokol selanjutnya, aturan logika yang dibuat adalah kondisi dimana RFID Reader tidak menerima input dari RFID Card yang sesuai yang telah didaftarkan maka akan menunjukkan status dari RFID Reader adalah "Invalid".



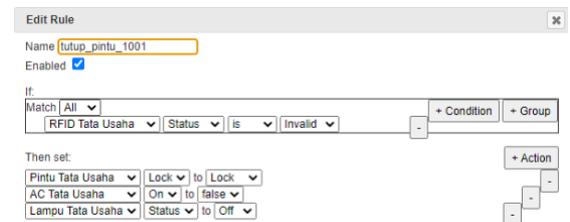
Gambar 8. Menunjukkan Kondisi Protokol Kunci yang Inactive.

Protokol yang ketiga, adalah jika kondisi dari status RFID Reader adalah "Active" maka perangkat-perangkat yang terhubung akan berubah statusnya juga. Seperti Pintu yang akan bisa terbuka, AC/ kipas yang akan mulai aktif, dan lampu yang akan menyala.



Gambar 9. Menunjukkan Kondisi Perangkat apabila RFID Active.

Protokol terakhir, adalah jika kondisi dari status RFID Reader adalah Invalid maka perangkat-perangkat yang terhubung juga akan non-aktif. Pintu tidak akan bisa terbuka, AC/ kipas akan mati, dan lampu yang tidak akan menyala.



Gambar 10. Menunjukkan Kondisi Perangkat apabila RFID Inactive.

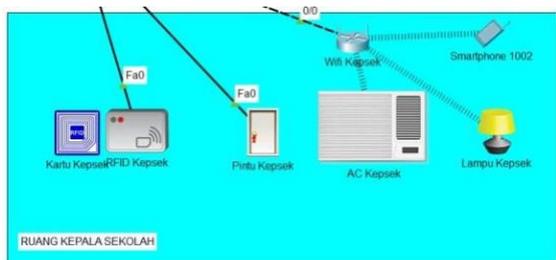
Juga tidak lupa untuk melakukan konfigurasi pada masing-masing kartu setiap ruangan agar sesuai dengan nomor yang didaftarkan dengan kondisi yang sesuai di pusat Server. Gambar 11 menunjukkan perubahan atribut dengan nilai 1001 agar sesuai dengan RFID Reader pada ruangan tata usaha.

| Property | Value |
|---------------------------|-------|
| 1 CardID | 1001 |
| 2 PROGRAMMING_EDITING_DIR | |

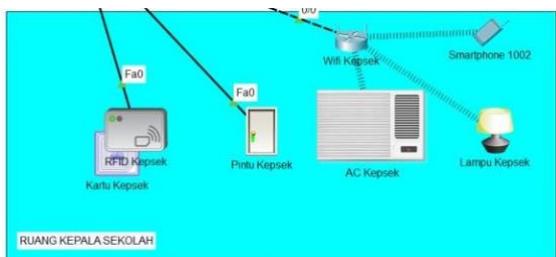
Gambar 11. Setting Nilai dari Atribut pada Kartu

Uji Coba dan Simulasi Rancangan Desain Berdasarkan hasil dari rancangan protocol yang sudah disusun, tahapan selanjutnya yaitu peneliti menjalankan uji coba dan simulasi terhadap rancangan melalui simulasi software Cisco Packet Tracer. Gambar 12 menunjukkan saat RFID Card belum ditempelkan dengan RFID Reader, maka perangkat-perangkat statusnya adalah nonaktif. Pada pelaksanaan uji cobanya, RFID Reader akan membaca RFID Card yang sudah didaftarkan sehingga hasilnya adalah keadaan pintu, lampu, dan juga AC/ kipas akan berubah (menjadi aktif). Gambar 13 menunjukkan kondisi notifikasi pada gagang pintu berubah menjadi hijau, lampu menjadi nyala, dan AC menandakan sedang aktif. Hal tersebut menandakan bahwa protokol dari

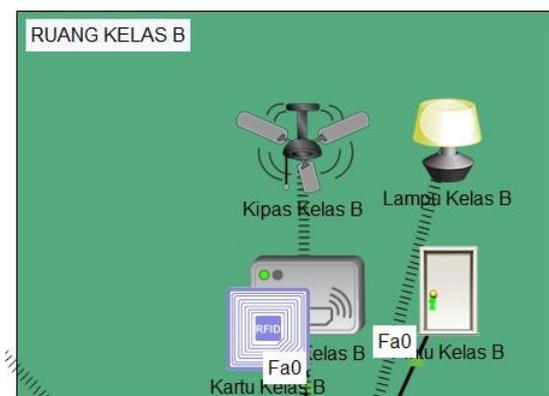
RFID Reader sudah jalan dan memberikan kondisi pada masing-masing perangkat untuk aktif.



Gambar 12. Kondisi Perangkat sebelum Kartu Ditempel ke Protokol RFID Reader



Gambar 13. Kondisi Perangkat setelah Kartu Ditempel ke Protokol RFID Reader



Gambar 14. Menunjukkan Ruang Kelas setelah RFID Card Ditempel dengan RFID Reader

Berdasarkan hasil uji coba dan simulasi yang dijalankan, maka rancangan desain otomatisasi Internet of Things telah sesuai dengan scenario yang disusun oleh peneliti.

KESIMPULAN

Perancangan integrasi sistem jaringan menggunakan Internet of Things ini dibangun untuk mengoptimalkan infrastruktur teknologi di sekolah khususnya untuk penggunaan ruangan untuk memberikan kenyamanan dan juga pengenalan teknologi lebih baik lagi. Ada beberapa point penting terhadap hasil rancangan dari sistem manajemen

jaringan dengan integrasi Internet of Things ini, adalah sebagai berikut:

1. Penerapan otomatisasi menggunakan sensor kartu memungkinkan pengontrolan akses yang lebih ketat ke ruangan tertentu di sekolah. Hanya pengguna yang memiliki kartu akses yang valid yang dapat membuka pintu, sehingga mengurangi risiko akses yang tidak diinginkan atau potensi intrusi ke ruang terbatas.
2. Sensor kartu memungkinkan pengaturan akses yang lebih fleksibel. Nantinya administrator sekolah dapat dengan mudah mengatur izin akses untuk berbagai jenis pengguna tertentu melalui platform manajemen sentral. Hal ini memungkinkan penyesuaian akses sesuai dengan kebutuhan spesifik sekolah atau saat acara tertentu.
3. Konsep otomatisasi menggunakan sensor kartu juga meningkatkan efisiensi dan kenyamanan di sekolah. Pengguna hanya perlu menempelkan kartu akses ke pembaca kartu untuk membuka pintu, menghilangkan kebutuhan untuk membawa kunci fisik atau melakukan interaksi manual dengan pintu. Hal ini mempercepat proses masuk dan keluar dari ruangan, meningkatkan alur lalu lintas di sekolah.
4. Penerapan sensor kartu pada pintu juga dapat diintegrasikan dengan sistem manajemen jaringan sekolah. Data tentang penggunaan pintu dapat dikirimkan ke sistem pusat untuk analisis lebih lanjut atau integrasi dengan sistem keamanan lainnya. Ini memungkinkan administrasi sekolah untuk memiliki visibilitas yang lebih baik atas aktivitas pintu di seluruh lingkungan sekolah.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, Q., Kaidi, H. M., Masrom, M., & Hamzah, H. S. (2023). IoT Implementation Framework to Support Industry 4.0 in the Malaysian Manufacturing Industries: A Systematic Review. *International Journal of Computing and Digital Systems*, 14(1), 875–888. <https://doi.org/10.12785/ijcds/140168>
- Aziz, A., & Zahra, A. (2023). Prototype Design of Landfill Gas Pipe Leak Monitoring System Based on Microcontroller Node MCU ESP8266 with the Internet of Things Method. *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*, 11(2), 133–147.
- Baccouch, C., Bahhar, C., Sakli, H., & Aguilu, T. (2021). Adaptive Ku-Band Solar Rectenna for Internet-of-Things- (IoT)-over-Satellite Applications. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2021/9934025>
- Bharatiraja, C., Chittoor, P. K., & Bhargava, Y. V. (2023). An IoT based centralized smart locker using RFID technology. *AIP Conference*

- Proceedings*, 2427(March).
<https://doi.org/10.1063/5.0101139>
- Bhat, O., Gokhale, P., & Bhat, S. (2019). Introduction to IOT. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology ISO*, 3297(1), 41–44.
<https://doi.org/10.17148/IARJSET.2018.517>
- Centea, D., Singh, I., & Boer, J. (2020). RFID in manufacturing: An implementation case in the SEPT learning factory. *Procedia Manufacturing*, 51(2019), 543–548.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.076>
- Costa, F., Genovesi, S., Borgese, M., Michel, A., Dicandia, A. F., & Manara, G. (2021). *RFID network planning*. *SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology*, 21, 1–34.
https://doi.org/10.1007/978-981-13-2640-0_3
- Curralo, A. F., Lopes, S. I., Mendes, J., & Curado, A. (2022). *Joining Sustainable Design and Internet of Things Technologies on Campus: The IPVC Smartbottle Practical Case*. *Sustainability (Switzerland)*, 14, 1–19.
<https://doi.org/10.3390/su14105922>
- Dachyar, M., Zagloel, T. Y. M., & Saragih, L. R. (2019). Knowledge growth and development: internet of things (IoT) research, 2006–2018. *Heliyon*, 5(8), 1–14.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02264>
- Ghashim, I. A., & Arshad, M. (2023). *Internet of Things (IoT)-Based Teaching and Learning: Modern Trends and Open Challenges*. *Sustainability*, 15, 2–21.
<https://doi.org/10.3390/su152115656>
- Haleem, A., Javaid, M., Qadri, M. A., & Suman, R. (2022). *Understanding the role of digital technologies in education: A review*. *Sustainable Operations and Computers*, 3(February), 275–285.
<https://doi.org/10.1016/j.susoc.2022.05.004>
- Hu, Y., Jia, Q., Yao, Y., Lee, Y., Lee, M., Wang, C., Zhou, X., Xie, R., & Yu, F. R. (2021). Industrial Internet of Things Intelligence Empowering Smart Manufacturing: A Literature Review. *Journal of Latex Class Files*, 14, 1–25.
<https://doi.org/10.1109/JIOT.2024.3367692>
- Jena, M. S. (2023). *Cisco Packet Tracer Implementation: Building and Configuring Networks*. June.
- Kalunga, J., Tembo, S., & Phiri, J. (2022). Incorporating Environmental Protection Requirement in Industrial IoT Access Control Security Using Arduino Technology MQ2 and DHT11 Sensor Networks. *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering*, 08(04), 97–122.
<https://doi.org/10.31695/ijasre.2022.8.4.9>
- Ly, H. H. (2022). Prototype Lessons On Developing Textual Skills Of First Year College Students of Thai Nguyen University System.
TNU Journal of Science and Technology, 227(04), 178–185.
<https://doi.org/10.34238/tnu-jst.5679>
- Mayang Sari, S., kasmini, L., Penjaminan Mutu Pendidikan, J., Bina Bangsa Getsempena, U., & Aceh, B. (2023). CLASSROOM MANAGEMENT DESIGN THROUGH Iot-BASED LEARNING TO IMPROVE SCHOOL QUALITY. *Jurnal Serambi Mekah*.
<https://doi.org/10.32672/pice.v1i1.382>
- Munoz-Ausecha, C., Ruiz-Rosero, J., & Ramirez-Gonzalez, G. (2021). Rfid applications and security review. *Computation*, 9(6), 1–21.
<https://doi.org/10.3390/computation9060069>
- Murturi, I., Egyed, A., & Dustdar, S. (2022). Utilizing AI Planning on the Edge. *IEEE Internet Computing*, 26(2), 28–35.
<https://doi.org/10.1109/MIC.2021.3073434>
- Nižetić, S., Šolić, P., López-de-Ipiña González-de-Artaza, D., & Patrono, L. (2020). Internet of Things (IoT): Opportunities, issues and challenges towards a smart and sustainable future. *Journal of Cleaner Production*, 274, 1–32.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122877>
- Purohit, S., & Purohit, S. (2021). Digitization in Indian Agriculture: Evolution from Simple to Smart Farming. *Indian Journal of Economics and Development*, 9, 1–6.
<https://doi.org/10.17485/ijed/v9.2021.51>
- Radouan Ait Mouha, R. A. (2021). Internet of Things (IoT). *Journal of Data Analysis and Information Processing*, 09(02), 77–101.
<https://doi.org/10.4236/jdaip.2021.92006>
- Rajapaksha, N. R. (2020). *RFID tags for IOT (Internet of Things)*. October, 1–7.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11307.67362>
- Rey, A., Panetti, E., Maglio, R., & Ferretti, M. (2021). Determinants in adopting the Internet of Things in the transport and logistics industry. *Journal of Business Research*, 131, 584–590.
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.12.049>
- Sadoughi, F., Behmanesh, A., & Sayfour, N. (2020). Internet of things in medicine: A systematic mapping study. *In Journal of Biomedical Informatics*, 103, 1–20). Academic Press Inc.
<https://doi.org/10.1016/j.jbi.2020.103383>
- Seftiana, M., & Andri Rifai, J. (2023). Internet Of Things-Based Children’s Smart Room Design. *The 4th International Conference on Information Technology and Security*, 9, 45–55.
- Zeeshan, K., Hämäläinen, T., & Neittaanmäki, P. (2022). *Internet of Things for Sustainable Smart Education: An Overview*. *Sustainability (Switzerland)*, 14(7), 1–15.
<https://doi.org/10.3390/su14074293>