



Implementasi *Healthy Building* Berbasis *Internet of Things* pada Taman Kanak-kanak Al Baraakah, RA Kreatif

Evy Kusumaningrum¹, Sumarsono², Chanief Budi Setiawan³, Dedy Hariyadi^{*4}

Email: ¹evy@ity.ac.id, ²sumarsono@ity.ac.id, ³chanief@unjaya.ac.id, ⁴dedy@unjaya.ac.id

^{1,2} Institut Teknologi Yogyakarta

^{3,4} Universitas Jenderal Achmad Yani Yogyakarta

Diterima: 10 November 2024 | Direvisi: - | Disetujui: 9 Desember 2024

©2020 Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer,
Universitas Muhammadiyah Riau, Indonesia

Abstrak

Terbatasnya ketersediaan sensor kualitas udara menyebabkan potensi paparan polusi yang berisiko terhadap kesehatan. Pemantauan terhadap indikator udara bersih yang krusial, seperti standar ISPU dan persyaratan emisi, serta pengelolaan aspek penting bangunan sehat seperti ventilasi, suhu, kelembaban, dan keamanan, juga belum memadai. Sebagai solusi, artikel ini mengusulkan pengembangan sekolah pintar berbasis *Internet of Things* (IoT) yang memanfaatkan teknologi sensor canggih untuk memantau dan mengelola kondisi lingkungan pendidikan sesuai dengan pondasi *healthy building* yang diusulkan oleh Harvard T.H. Chan School of Public Health. Dengan integrasi sensor berbasis Tuya dan penggunaan *platform* HomeAssistant untuk otomatisasi, penerapan sistem ini di lembaga pendidikan seperti TK Al Baraakah, RA Kreatif berhasil menciptakan lingkungan yang lebih sehat. Hasilnya, kondisi bangunan yang lebih baik tercapai melalui pemantauan *real-time* atas parameter vital, membentuk pendekatan terstruktur untuk menciptakan sekolah yang lebih aman dan nyaman bagi siswa dan tenaga pengajar. Pemantauan dan pengelolaan dapat ditunjukkan pada *Dashboard* dari *platform* HomeAssistant.

Kata kunci: *Internet of Things*, *Healthy Building*, Tuya, HomeAssistant

Implementation of *Healthy Building* Based on *Internet of Things* in Taman Kanak-kanak Al Baraakah, RA Kreatif

Abstract

The limited availability of air quality sensors leads to potential exposure to pollution that poses health risks. Monitoring of crucial clean air indicators, such as ISPU standards and emission requirements, as well as management of important aspects of healthy buildings such as ventilation, temperature, humidity, and security, are also inadequate. As a solution, this article proposes the development of an *Internet of Things* (IoT)-based smart school that utilizes advanced sensor technology to monitor and manage the condition of the educational environment in accordance with the healthy building foundation proposed by the Harvard T.H. Chan School of Public Health. With the integration of Tuya-based sensors and the use of HomeAssistant platform for automation, the implementation of this system in educational institutions such as TK Al Baraakah, RA Kreatif successfully created a healthier environment. As a result, better building conditions are achieved through real-time monitoring of vital parameters, forming a structured approach to creating safer and more comfortable schools for students and faculty. Monitoring and management can be shown on the *Dashboard* of the HomeAssistant platform.

Keywords: *Internet of Things*, *Healthy Building*, Tuya, HomeAssistant

1. PENDAHULUAN

Harvard T.H. Chan School of Public Health mengenalkan prinsip *healthy building* yang berdasarkan kajian dan diskusi dengan berbagai pihak seperti pengembang bangunan, pengelola gedung, pengelola rumah sakit, dan akademisi bahwa diperlukan tinjauan khusus dalam pengembangan bangunan yang sehat. Prinsip *healthy building* yang diusulkan meninjau beberapa unsur

seperti: ventilasi, kualitas udara, kualitas suhu, kelembapan udara, batas ambang debu, keamanan gedung, kualitas air, tingkat kebisingan, dan pencahayaan. Adapun usulkan prinsip healthy building yang diusulkan oleh Harvard T.H. Chan School of Public Health tampak seperti pada Gambar 1 [1]



Gambar 1. Pondasi healthy building

Sebagai lembaga pendidikan yang mencetak generasi berkarakter perlu memiliki gedung atau bangunan yang mempertimbangkan prinsip healthy building. Indonesia dalam rangka menyongsong generasi emas 2045 menjadikan sekolah sebagai tempat kedua yang sifatnya lebih sistematis, metodologis dan pendidikan kehidupan sosial setelah pendidikan di keluarga. Pendidikan berkarakter dimulai dari Taman Kanak-kanak sampai perguruan tinggi. Taman Kanak-kanak tingkat pendidikan paling dasar dapat mendorong dalam pembentukan pendidikan karakter [2].

Seperti pada umumnya Taman Kanak-kanak, TK Al Baraakah, RA Kreatif memiliki tempat bermain di luar ruangan yang langsung berdekatan dengan jalan raya. Walaupun saat ini tempat bermain yang berada di luar ruangan sebagian sudah dilindungi oleh atap untuk mengurangi terpaparnya sinar matahari tetapi berpotensi terpapar oleh debu dari jalan raya. Seperti artikel sebelumnya bahwa sebaran debu dapat dipantau menggunakan alat khusus berbasis *Internet of Things*. Dalam artikel yang dilakukan pada perlintasan kereta api menunjukkan bahwa saat kereta api melintas dengan kecepatan kurang lebih 100km/jam dapat diukur kualitas udara menggunakan sensor kualitas udara dan kecepatan angin. Hasil pengukuran yang dilakukan masih batas ambang sedang atau aman untuk dilakukan aktivitas [3].

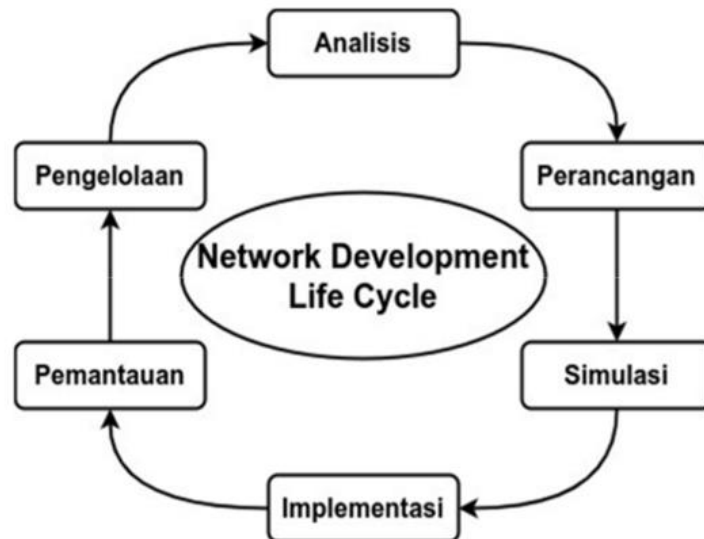
Berdasarkan artikel pada tahun 2022 menunjukkan bahwa di wilayah Yogyakarta hanya tersedia 1 sensor kualitas udara dari pemerintah yang terpasang di tengah kota Yogyakarta. Hal ini tentu tidak menunjukkan presentasi dari kualitas udara di wilayah Yogyakarta. Untuk mengetahui kualitas udara tentu diperlukan banyak sensor yang terpasang di beberapa lokasi atau memasang secara mandiri untuk mengetahui kualitas udara lokasi sekitar [4]. Indikator udara bersih diantaranya memenuhi standar Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU), syarat emisi pada kendaraan, syarat standar penggunaan bahan bakar, penurunan penyakit gangguan pernafasan, dan penurunan penyakit TBC [5]

Dengan perkembangan teknologi berbasis *Internet of Things* sangat memungkinkan membantu pengelolaan institusi, sebagai contoh implementasi *Internet of Things* dapat membantu pemantauan ekosistem pada institusi tersebut [6], [7], [8]. Dengan posisi gedung yang berdekatan dengan jalan raya seperti Kelompok Bermain dan RA Kreatif Al Baraakah sangat rawan terpapar polusi udara yang justru tidak terpenuhi udara bersih sesuai indikator udara bersih. Maka pada artikel ini diusulkan pengembangan dan implementasi *smart school* berbasis *Internet of Things* dengan tujuan mewujudkan bangunan sekolah yang sehat.

2. METODE ARTIKEL

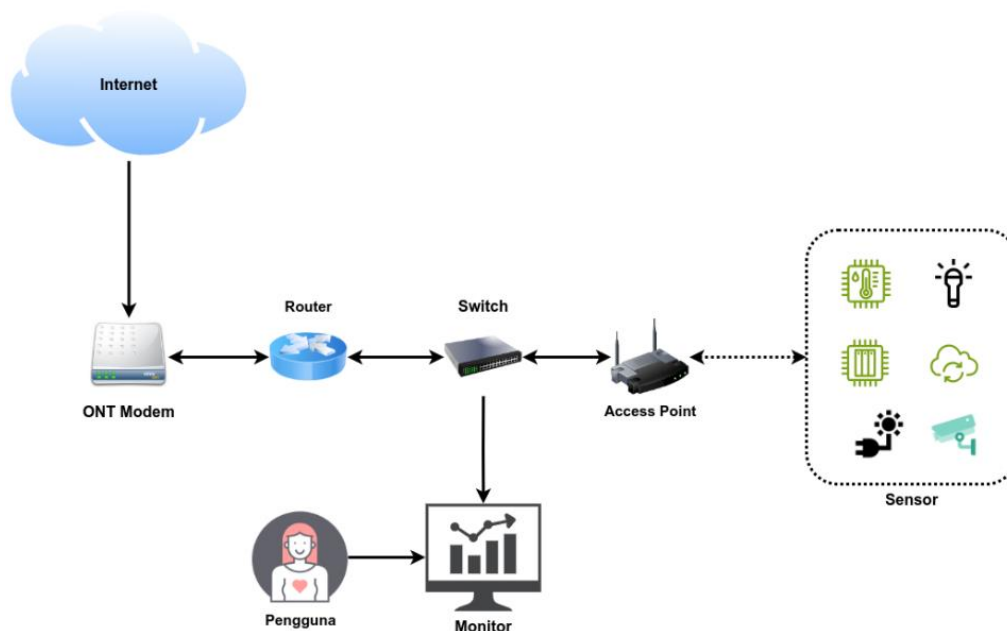
Untuk membangun *smart school* berbasiskan prinsip healthy building menggunakan pendekatan teknologi informasi melalui *Internet of Things* maka metode yang digunakan menggunakan *Network Development Life Cycle* (NDLC), yaitu sebuah pendekatan strategis yang digunakan di bidang rekayasa dan manajemen jaringan komunikasi untuk menyediakan kerangka kerja untuk perencanaan strategis, konsep, pelaksanaan, dan pemeliharaan berkelanjutan dari struktur komputer dan jaringan yang

terorganisir, metodis, dan efektif. Prinsip dasar yang mendorong metodologi NDLC adalah pengakuan bahwa jaringan mewakili sistem rumit yang memerlukan strategi dan pengawasan yang cermat untuk mencapai kemandirian operasional dan standar kinerja yang optimal. NDLC mencakup serangkaian tahapan yang saling terkait yang secara kolektif membentuk proses berkelanjutan, meliputi analisis, perancangan, simulasi, implementasi, pemantauan, dan pengelolaan, yang semuanya memiliki peran penting dalam memastikan fungsi infrastruktur jaringan yang berkelanjutan [9], seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Network Development Life Cycle

Pada teknologi *Internet of Things* sangat tergantung dengan internet dan memanfaatkan jaringan nirkabel maka secara keseluruhan sensor yang digunakan komunikasinya memanfaatkan jaringan nirkabel. Namun, untuk komunikasi antara router, switch dan access point tetap memanfaatkan jaringan kabel [10]. Untuk mewujudkan *smart school* sesuai kajian *healthy building* dengan basis *Internet of Thing* dirancang topologi jaringan seperti Gambar 3. Pada rancangan ini seorang pengguna dapat memantau semua sensor berdasarkan zona yang telah ditetapkan di TK Al Baraakah, RA Kreatif.



Gambar 3. Rancangan Topologi Jaringan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Spesifikasi dan Kebutuhan

Karakteristik *Internet of Things* yang memadukan berbagai sensor dalam sistem terpusat berbasis komputasi awan, analisis berbasis big data, dan peningkatan keamanan komunikasi data maka diperlukan sistem komunikasi yang lebih kompleks [11]. Pada artikel untuk mempermudah integrasi antar sensor maka digunakan sensor yang berbasis Tuya. Walaupun berbeda pabrikan atau merk, sensor yang berbasis Tuya lebih mudah dalam integrasinya [12].

Sehubungan semua sensor berkomunikasi menggunakan jaringan nirkabel maka perlu dilakukan pemisahan SSID dengan pengguna lainnya. Pada sisi jaringan kabel pemisahan jaringan menggunakan *Virtual Local Area Network (VLAN)*, yaitu pengelompokan perangkat secara virtual dalam jaringan yang memungkinkan segmentasi antar perangkat dengan tujuan untuk meningkatkan kinerja dan keamanan. VLAN memungkinkan perangkat untuk berkomunikasi seolah-olah berada di jaringan fisik yang sama, terlepas dari lokasi sebenarnya. Segmentasi ini sangat penting untuk mengelola lalu lintas jaringan dan meningkatkan efisiensi secara keseluruhan [13].

Untuk mempermudah melakukan pengelolaan sensor pada *healthy building* diperlukan sebuah perangkat yang pengendali/*controller*. Dalam artikel ini perangkat yang digunakan sebagai *controller* berupa *Single Board Computer* yang dirancang bentuknya *compact* [14]. Sedangkan untuk pemantauan menggunakan *tablet* yang telah diintegrasikan dengan *controller* dengan konektivitas melalui jaringan nirkabel.

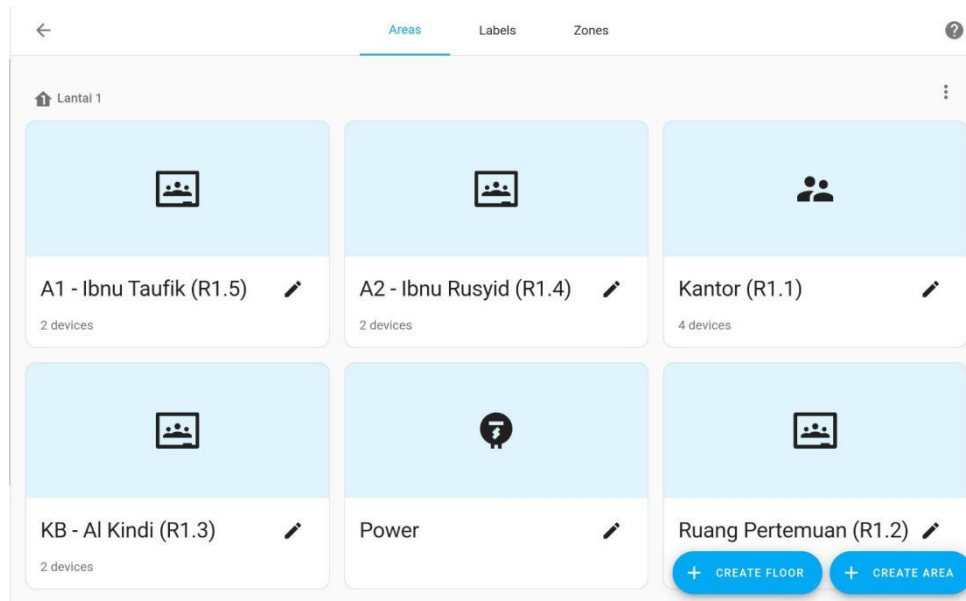
3.2. Implementasi

Untuk membangun ekosistem yang terintegrasi, pada *controller* terpasang pengoperasian sistem yang telah dirancang khusus, yaitu HomeAssistant. Platform HomeAssistant merupakan platform dengan kode sumber terbuka yang dirancang untuk melakukan otomatisasi dan mengelola perangkat *Internet of Things* dalam suatu antarmuka terpusat [15]. Sensor yang telah didaftarkan pada ekosistem Tuya tahapan selanjutnya diintegrasikan dengan platform HomeAssistant, seperti pada Gambar 4.

Device	Manufacturer	Model	Area	Integration	Battery
K1.5	Tuya	WiFi+Bel 2gang	—	Tuya	—
K2.1	Tuya	WiFi+Bel 2gang	—	Tuya	—
K2.2	Tuya	WiFi+Bel 2gang	—	Tuya	—
Lampu Luar	Tuya	WiFi+Bel 2gang	—	Tuya	—
S1.1 Suhu	Tuya	Smart IR with T&H S...	Kantor (R1.1)	Tuya	—
S1.2 Suhu	Tuya	Smart IR with T&H S...	Ruang Pertemuan (R...	Tuya	—
S1.3 Suhu	Tuya	Smart IR with T&H S...	KB - Al Kindi (R1.3)	Tuya	—
S1.4 Suhu	Tuya	Smart IR with T&H S...	A2 - Ibnu Rusyid (R1...	Tuya	—

Gambar 4. Sinkronisasi Tuya dan HomeAssistant

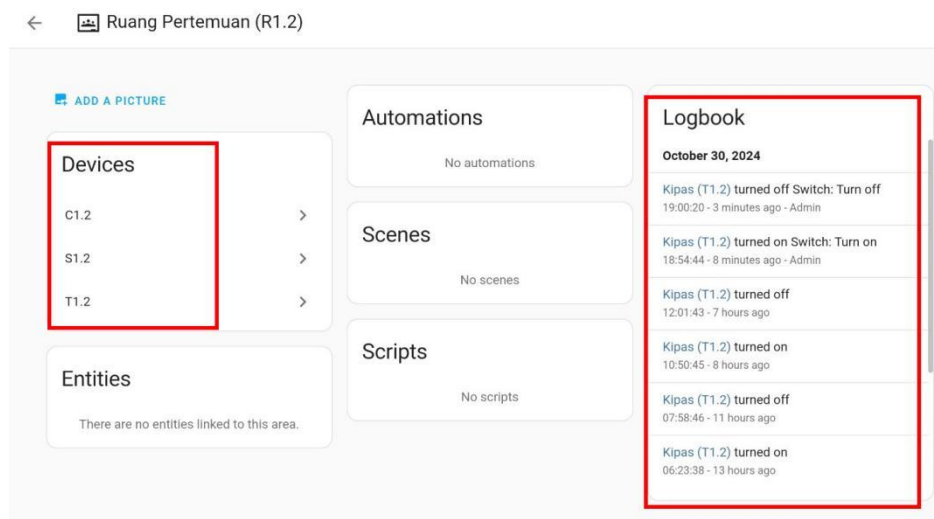
Selain sensor yang telah diintegrasikan pada platform HomeAssistant, untuk mempermudah dalam pemantauan dibuat sebuah pengelompokan berdasarkan ruangan atau area penempatan sensor. Pada platform HomeAssistant telah disediakan fitur pengelompokan baik per lantai maupun per ruangan. Adapun pengelompokan sensor berdasarkan per ruangan dan per lantai seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Label Area Ruangan

3.3. Pemantauan Sensor *Healthy Building*

Melalui platform HomeAssistant, setiap ruangan dapat melakukan pemantauan *history* dari masing-masing sensor. Adapun *history* sensor tercatat pada *logbook* seperti kondisi mati atau menyala, tampak pada Gambar 6. Pada artikel ini belum dilakukan otomasi secara menyeluruh karena kegiatan belajar mengajar kurang dari 6 jam pembelajaran dan perawatan gedung yang belum kompleks. Otomasi yang dilakukan adalah mengatur lampu luar ruangan. Sebagai contoh lampu luar ruangan menyala pada pukul 17.30 WIB dan padam pada pukul 05.00 WIB setiap harinya.



Gambar 6. Logbook Aktivitas Perangkat Per Ruangan

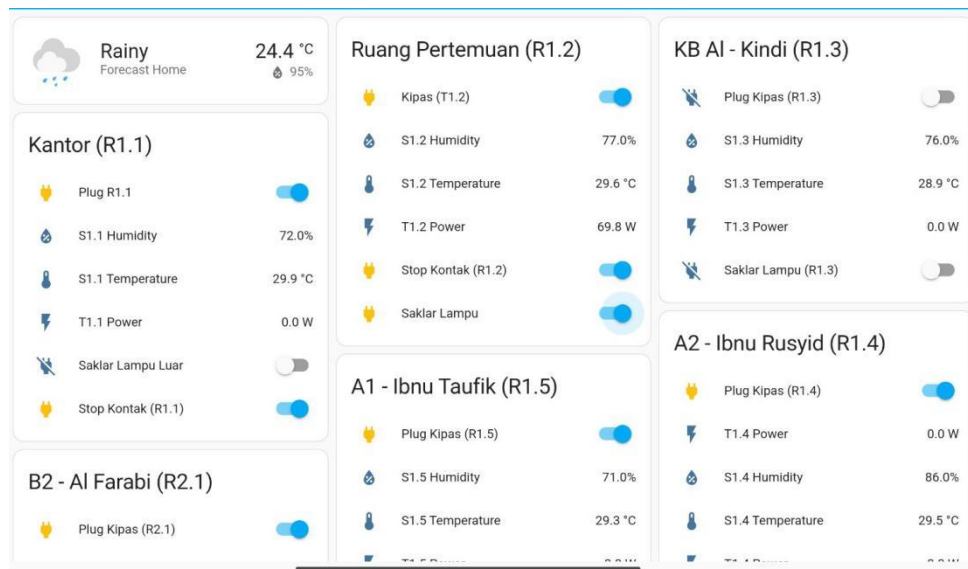
Setiap ruang pada TK Al Baraakah, RA Kreatif dapat memantau kondisi ruangan sesuai pondasi *healthy building*. Dari 9 pondasi *healthy building* yang saat ini terimplementasi adalah ventilasi, kualitas suhu, kelembapan udara, keamanan gedung, dan pencahayaan. Adapun implementasi 5 pondasi yang dapat dikendalikan melalui platform HomeAssistant seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Implementasi *Healthy Building* pada HomeAssistant

No	Pondasi Healthy Building	Sensor	Fungsi
----	--------------------------	--------	--------

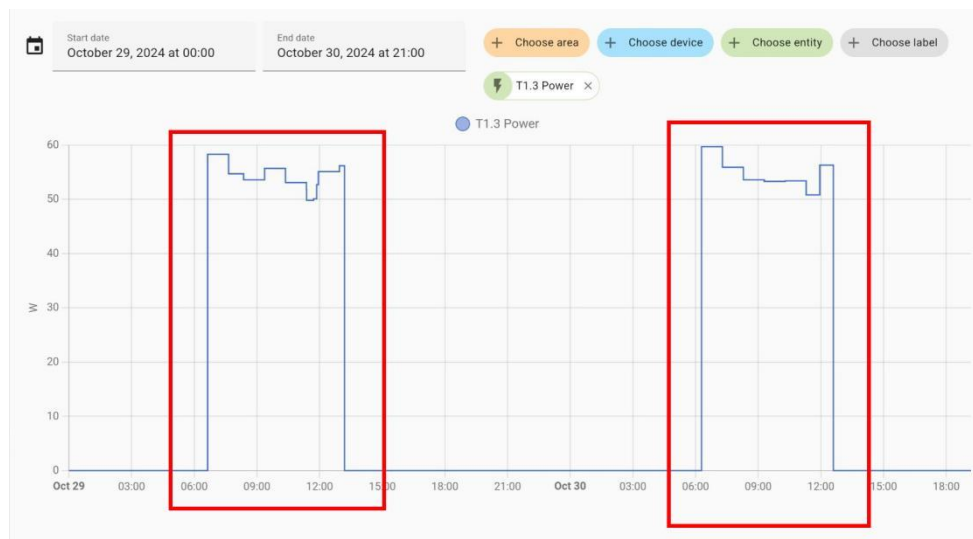
1	Ventilasi	Smart Plug	Mematikan dan menghidupkan kipas pada ruangan dalam menjaga sirkulasi udara ruangan
2	Kualitas Suhu	Smart Temperatur Sensor	Memantau suhu ruangan
3	Kelembapan Udara	Smart Humidity Sensor	Memantau tingkat kelembapan udara ruangan
4	Keamanan Gedung	Smart CCTV	Memantau kondisi area permainan dan penjemputan siswa
		Smart Wall Switch	Mematikan dan meghidupkan lampu luar gedung
5	Pencahayaan	Smart Wall Switch	Mematikan dan meghidupkan lampu ruang kelas

Sensor-sensor yang terpasang dapat dipantau melalui *platform* HomeAssistant yang dikategorikan setiap ruangan. Walaupun dapat dikendalikan dan dipantau secara terpusat melalui *Dashboard* HomeAssistant, sensor seperti *Smart Plug* dan *Smart Wall Switch* dapat dioperasikan secara manual. Adapun tampilan antarmuka dari *Dashboard* HomeAssistant yang telah mengintegrasikan semua sensor seperti pada Gambar 7. Dashboard Healthy Building.



Gambar 7. Dashboard Healthy Building

Implementasi *Internet of Things* untuk mendukung *healthy building* menggunakan *platform* HomeAssistant tidak hanya melakukan pemantauan terhadap sensor-sensor yang telah terintegrasi. Namun, HomeAssistant juga dapat memantau penggunaan daya listrik atas perangkat yang terhubung. Melalui sensor berupa *Smart Plug* maka dapat dipantau penggunaan daya perangkat yang terhubung. Sebagai contoh peralatan kipas yang tertancap pada *Smart Plug* dapat dipantau penggunaan dayanya seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Penggunaan Daya Listrik

4. KESIMPULAN

Platform HomeAssistant dapat mengintegrasikan berbagai ekosistem *Internet of Things*, diantaranya perangkat cerdas yang selaras dengan Ekosistem Tuya. Sensor-sensor yang selaras dengan ekosistem Tuya dapat diintegrasikan dengan mudah ke *platform HomeAssistant* untuk pemantauan dan pengendaliannya. Pada dasarnya *Smart Plug* dapat memantau penggunaan daya listrik, pada *platform HomeAssistant* juga dapat terpantau dengan baik.

Terintegrasinya sensor-sensor pendukung *healthy building* pada *platform HomeAssistant* mempermudah memantau kondisi ruang kelas dan mengendalikan penggunaan peralatan yang belum dimatikan secara terpusat dari sistem monitoring. Namun, pada artikel ini masih terdapat kekurangan diantaranya adalah semua pondasi *healthy building* belum terintegrasi pada *HomeAssistant*. Diharapkan program selanjutnya dapat mengimplementasikan sensor pendukung *healthy building* terintegrasi dengan *platform HomeAssistant*. Selain itu dapat melakukan perkiraan biaya penggunaan daya listrik berdasarkan *Smart Plug*.

Ucapan Terimakasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset, Teknologi dan Pengabdian kepada Masyarakat, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi (068/E5/PG.02.00/PM.BATCH.2/2024) atas dukungan dana yang telah diberikan untuk program Pengabdian kepada Masyarakat. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada Institut Teknologi Yogyakarta dan Universitas Jenderal Achmad Yani Yogyakarta yang telah bekerja sama dalam melaksanakan program ini. Tanpa bantuan dan kerja sama antar lembaga, program ini tidak akan mungkin terlaksana. Kami menghargai kontribusi semua pihak yang terlibat dalam mensukseskan program ini. Semoga hasil program ini bermanfaat bagi masyarakat dan pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik lingkungan, teknik sipil, dan teknologi informasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. G. Allen *dkk.*, “The 9 Foundations of Healthy Buildings.” Harvard T.H. Chan School of Public Health, 2017.
- [2] Antonius Remigius Abi, “Paradigma Membangun Generasi Emas Indonesia Tahun 2045,” *Jurnal Ilmiah Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan*, vol. 2, no. 2, 2017.
- [3] E. Kusumaningrum, H. B. Hermawan, Sumarsono, dan D. Hariyadi, “Analisis kualitas udara menggunakan internet of things di pintu perlintasan kereta api,” *CoSciTech*, vol. 4, no. 3, hlm. 574–579, Des 2023, doi: 10.37859/coscitech.v4i3.6219.
- [4] D. Hariyadi, E. Kusumaningrum, S. Sumarsono, F. Fazlurrahman, dan B. Setiyadi, “Analisis Kualitas Udara Berbasis Dashboard Menggunakan ELK Stack,” *JIKO*, vol. 7, no. 1, hlm. 46, Feb 2023, doi: 10.26798/jiko.v7i1.685.
- [5] Khoiron dan A. D. Moelyaningrum, “Analisis Kualitas Udara Ambien di Kabupaten Jember Sebagai Salah Satu Indikator Kota Sehat,” *Poltanesa*, vol. 23, no. 1, hlm. 134–139, Jun 2022, doi: 10.51967/tanesa.v23i1.1084.
- [6] D. Mualfah, G. H. Sandi, dan E. Fuad, “Sistem Monitoring pH dan Kelembaban Tanah pada Tanaman Kacang Tanah Berbasis IoT (Internet of Things),” 2023.
- [7] Ade Irma, Nasron, dan Martinus Mujur Rose, “Implementasi Aplikasi Berbasis Teknologi IoT pada Perangkat Tracking dan Kendali Kendaraan Bermotor,” *CoSciTech*, vol. 1, no. 2, hlm. 57–64, Okt 2020, doi: 10.37859/coscitech.v1i2.2191.
- [8] I. B. M. L. Pradirta, I. N. Piarsa, dan I. P. A. Dharmadi, “Sistem Pendeteksi Banjir dan Badai Angin serta Monitoring Cuaca Berbasis Internet of Things,” *JTIK*, vol. 9, no. 5, hlm. 1037, Okt 2022, doi: 10.25126/jtiik.2022955983.
- [9] G. L. Wenas, H. Herlawati, dan P. D. Atika, “Simulasi Management Network Menggunakan Metode VLAN Pada SMPN 255 Jakarta,” *JSRCS*, vol. 2, no. 1, hlm. 99–110, Mei 2021, doi: 10.31599/jsrcs.v2i1.638.
- [10] Muhamad Fajar dan Adhitia Erfina, “Rancang bangun sistem monitoring curah hujan berbasis internet of things,” *CoSciTech*, vol. 4, no. 1, hlm. 42–49, Mei 2023, doi: 10.37859/coscitech.v4i1.4502.
- [11] R. Sudarmani, K. Venusamy, S. Sivaraman, P. Jayaraman, K. Suriyan, dan M. Alagarsamy, “Machine to machine communication enabled internet of things: a review,” *IJRES*, vol. 11, no. 2, hlm. 126, Jul 2022, doi: 10.11591/ijres.v11.i2.pp126-134.
- [12] V. Kurnia Bakti, A. Sutanto, dan M. Rizal Arfani, “Penerapan Tuya Application Programming Interface (API) pada Sistem IoT Monitoring Suhu Ruang Server,” *JPIT*, vol. 8, no. 1, hlm. 45–49, Des 2022, doi: 10.30591/jpit.v8i1.4764.
- [13] A. N. Ramdhania, M. T. Kurniawan, dan U. Y. K. S. Hedyanto, “Network infrastructure design in connectivity using Inter-VLAN concept in bandung district government,” dalam *Proceedings of the 3rd International Conference on Telecommunications and Communication Engineering*, Tokyo Japan: ACM, Nov 2019, hlm. 111–115. doi: 10.1145/3369555.3369562.
- [14] D. Hariyadi, M. A. Nugroho, C. B. Setiwan, dan A. I. Wicaksono, “Hybrid Acquisition pada Forensik Digital Berbasis ISO/IEC 27037:2012 Menggunakan Port Mirroring dan Single Board Computer,” *Journal of Information System Management (JOISM)*, vol. 5, no. 1, 2023, doi: <https://doi.org/10.24076/joism.2023v5i1.1157>.
- [15] B. K. Akhmetzhanov, O. A. Gazizuly, Z. Nurlan, dan N. Zhakiyev, “Integration of a Video Surveillance System Into a Smart Home Using the Home Assistant Platform,” dalam *2022 International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST)*, Nur-Sultan, Kazakhstan: IEEE, Apr 2022, hlm. 1–5. doi: 10.1109/SIST54437.2022.9945718.