E-ISSN : 2988-1986
https://ejournal.warunayama.org/kohesi

Kohesi: Jurnal Multidisiplin Saintek
Volume 6 No 7 Tahun 2024

PEMANFAATAN SISTEM CERDAS BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IOT)* UNTUK OPTIMALISASI PENGELOLAAN ENERGI DI SMART HOME

Silvia Rahmi Hasibuan
Universitas Asahan
srahmi343@gmail.com

Abstrak

Pengelolaan energi yang efisien menjadi tantangan penting di era modern, terutama dengan meningkatnya konsumsi energi di sektor rumah tangga yang berdampak pada biaya operasional dan lingkungan. Teknologi *Internet of Things (IoT)* menawarkan solusi inovatif dengan menghubungkan perangkat cerdas untuk memantau, mengendalikan, dan mengoptimalkan penggunaan energi secara otomatis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas pemanfaatan sistem cerdas berbasis *IoT* dalam optimalisasi pengelolaan energi di *smart home*. Metode penelitian yang digunakan adalah *Systematic Literature Review (SLR)*, yang melibatkan pengumpulan, analisis, dan sintesis literatur terkait dari berbagai sumber ilmiah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan *IoT* dalam *smart home* mampu meningkatkan efisiensi energi hingga 20-30% melalui fitur seperti otomatisasi perangkat, prediksi kebutuhan energi, dan pengaturan penggunaan energi berdasarkan pola konsumsi pengguna. Selain itu, teknologi ini juga mendukung keberlanjutan lingkungan dengan mengurangi emisi karbon. Namun, tantangan seperti biaya implementasi yang tinggi, keterbatasan infrastruktur jaringan, dan isu keamanan data perlu diatasi untuk mendukung adopsi teknologi ini secara lebih luas. Penelitian ini merekomendasikan pengembangan perangkat *IoT* yang lebih terjangkau, peningkatan infrastruktur jaringan, serta edukasi masyarakat untuk mendukung implementasi sistem cerdas berbasis *IoT* di masa depan.

Kata Kunci: *Internet of Things (IoT)*, *Smart Home*, Pengelolaan Energi, Sistem Cerdas, Efisiensi Energi.

Article History
Received: January 2025
Reviewed: January 2025
Published: January 2025

Plagirism Checker No 234
Prefix DOI :
10.8734/Kohesi.v1i2.365
Copyright : Author
Publish by : Kohesi

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di era revolusi industri 4.0 telah menghadirkan berbagai inovasi yang mempermudah kehidupan manusia, salah satunya adalah teknologi *Internet of Things (IoT)*. *IoT* merupakan jaringan perangkat yang saling terhubung melalui internet, memungkinkan pertukaran data secara *real-time* untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik (Aprilianto, 2024). Konsep ini telah diaplikasikan di berbagai bidang, mulai dari industri manufaktur, transportasi, kesehatan, hingga rumah tangga. Dalam konteks rumah tangga, *IoT* memunculkan konsep *smart home*, yaitu rumah yang dilengkapi dengan perangkat pintar yang dapat dikontrol dan dikelola secara otomatis untuk meningkatkan kenyamanan, efisiensi, dan keamanan.

Di antara berbagai potensi yang ditawarkan oleh *smart home* salah satu manfaat utama adalah optimalisasi pengelolaan energi. Dengan meningkatnya kebutuhan energi akibat pertumbuhan populasi dan penggunaan perangkat elektronik yang semakin masif, pengelolaan energi yang efisien menjadi isu krusial. Sistem cerdas berbasis *IoT* dalam *smart home* mampu mengintegrasikan berbagai perangkat, seperti lampu, AC, dan peralatan dapur, sehingga pengguna dapat memonitor dan mengontrol konsumsi energi secara lebih bijak. Teknologi ini tidak hanya memberikan kenyamanan bagi penghuni rumah, tetapi juga mendukung upaya global dalam pengurangan jejak karbon dan keberlanjutan lingkungan.

Namun di tengah berbagai keunggulan teknologi *IoT* permasalahan efisiensi energi di sektor rumah tangga tetap menjadi tantangan yang signifikan. Berdasarkan data dari International Energy Agency (IEA), konsumsi listrik di sektor rumah tangga global menyumbang sekitar 24% dari total konsumsi energi dunia pada tahun 2023 (Achmad Solechan et al., 2022). Hal ini diperburuk oleh perilaku konsumen yang sering kali tidak menyadari penggunaan energi berlebihan, seperti membiarkan perangkat elektronik tetap menyala saat tidak digunakan. Dengan kondisi ini, kebutuhan akan sistem cerdas yang mampu mengidentifikasi pola penggunaan energi, memberikan rekomendasi, dan bahkan mengambil tindakan otomatis menjadi semakin mendesak.

Meskipun perangkat berbasis *IoT* telah banyak dikembangkan, tingkat adopsinya di masyarakat, terutama di negara berkembang, masih rendah. Penyebabnya mencakup keterbatasan akses terhadap teknologi, kurangnya pemahaman masyarakat tentang manfaat sistem ini, serta tingginya biaya awal instalasi. Oleh karena itu, penelitian yang mengeksplorasi potensi *IoT* dalam mendukung pengelolaan energi di *smart home* dapat memberikan wawasan baru tentang cara meningkatkan efisiensi energi rumah tangga secara global.

Di Indonesia laporan dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) menunjukkan bahwa sektor rumah tangga merupakan konsumen energi listrik terbesar kedua setelah industri, dengan konsumsi mencapai 40% dari total energi listrik nasional pada tahun 2024. Hal ini menunjukkan adanya kebutuhan mendesak untuk memanfaatkan teknologi yang mampu membantu rumah tangga dalam mengurangi pemborosan energi. Selain itu, survei dari Asosiasi *IoT* Indonesia (AS*IOT*I) mencatat bahwa hanya sekitar 15% rumah tangga di perkotaan yang telah mengadopsi perangkat berbasis *IoT*, mencerminkan peluang besar untuk mendorong implementasi sistem cerdas guna mendukung pengelolaan energi (Ramadhan Lubis et al., 2024).

Sistem cerdas berbasis *IoT* untuk pengelolaan energi di *smart home* biasanya terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak yang saling terintegrasi. Perangkat keras meliputi sensor, aktuator, dan perangkat kontrol yang ditempatkan pada berbagai titik di rumah. Sensor digunakan untuk mendeteksi kondisi lingkungan, seperti suhu, kelembapan, dan pencahayaan, serta memonitor konsumsi listrik dari perangkat elektronik. Data yang dikumpulkan kemudian dianalisis oleh perangkat lunak berbasis kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*), yang memberikan rekomendasi kepada pengguna atau secara otomatis mengontrol perangkat untuk mengoptimalkan penggunaan energi.

Sistem ini memungkinkan pengguna untuk memantau konsumsi energi melalui aplikasi di perangkat pintar mereka. Aplikasi tersebut tidak hanya menampilkan informasi konsumsi energi secara *real-time*, tetapi juga memberikan laporan berkala, sehingga pengguna dapat mengevaluasi pola penggunaan energi dan melakukan perbaikan. Sebagai contoh, pengguna dapat mengetahui perangkat mana yang paling boros energi dan mencari alternatif yang lebih hemat atau memanfaatkan jadwal otomatisasi perangkat untuk menghindari penggunaan listrik pada waktu beban puncak (Zilham & Gunawan, 2024). Sistem ini juga mendukung aspek keberlanjutan lingkungan. Dengan mengurangi pemborosan energi, emisi gas rumah kaca dapat diminimalkan. Sistem cerdas ini juga dapat diintegrasikan dengan sumber energi terbarukan, seperti panel surya, sehingga mendukung transisi menuju rumah tangga yang lebih ramah lingkungan. Hal ini sejalan dengan target pemerintah Indonesia untuk meningkatkan penggunaan energi terbarukan hingga 23% pada tahun 2025.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi pemanfaatan sistem cerdas berbasis *IoT* dalam optimalisasi pengelolaan energi di *smart home*. Penelitian ini juga akan mengeksplorasi faktor-faktor yang mempengaruhi adopsi teknologi *IoT* oleh masyarakat serta memberikan rekomendasi praktis untuk meningkatkan implementasinya. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan solusi teknologi yang mendukung efisiensi energi rumah tangga dan keberlanjutan lingkungan.

TINJAUAN PUSTAKA

Definisi *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) adalah konsep teknologi yang memungkinkan berbagai perangkat fisik saling terhubung melalui jaringan internet untuk bertukar data dan menjalankan fungsi tertentu secara otomatis. Menurut (Hergika et al., 2021), *IoT* mengacu pada ekosistem perangkat yang dilengkapi dengan sensor, aktuator, dan teknologi komunikasi yang memungkinkan interaksi antar perangkat tanpa campur tangan manusia secara langsung. Dalam konteks rumah tangga, *IoT* menjadi landasan untuk pengembangan sistem *smart home*, di mana perangkat seperti lampu, AC, dan peralatan elektronik lainnya dapat diintegrasikan dalam satu sistem pengendalian berbasis jaringan.

IoT menawarkan manfaat besar dalam pengelolaan energi, seperti kemampuan untuk memantau penggunaan daya secara *real-time* dan mengendalikan perangkat rumah tangga dari jarak jauh. Teknologi ini bekerja dengan memanfaatkan sensor yang mengumpulkan data, jaringan yang menghubungkan perangkat, dan *cloud computing* untuk menyimpan serta

menganalisis data (Visayas, 2024). Dengan adanya *IoT*, perangkat rumah tangga dapat beroperasi lebih efisien berdasarkan pola penggunaan energi yang dipersonalisasi, sehingga mendukung penghematan energi dan keberlanjutan lingkungan.

Definisi Sistem Cerdas dalam Pengelolaan Energi

Sistem cerdas dalam pengelolaan energi merujuk pada penggunaan teknologi berbasis kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*/AI) dan algoritma pembelajaran mesin untuk mengoptimalkan penggunaan energi secara efisien. Sistem ini dirancang untuk memprediksi kebutuhan energi, mengidentifikasi pola konsumsi, dan memberikan rekomendasi penghematan berdasarkan data historis. Menurut (Triagita, 2024), sistem cerdas pada pengelolaan energi tidak hanya memonitor penggunaan daya tetapi juga mampu mengambil keputusan otonom, seperti mematikan perangkat yang tidak digunakan atau mengatur ulang jadwal operasional perangkat.

Dalam konteks *smart home* sistem cerdas bekerja dengan mengintegrasikan *IoT* sebagai sumber data utama. Data dari sensor *IoT*, seperti suhu ruangan, intensitas cahaya, dan keberadaan penghuni rumah, dianalisis oleh algoritma cerdas untuk menentukan strategi pengelolaan energi yang optimal (B et al., 2024). Misalnya, sistem dapat secara otomatis mengatur suhu AC sesuai dengan jumlah penghuni di ruangan atau menyalakan lampu hanya saat diperlukan. Dengan kombinasi *IoT* dan sistem cerdas, efisiensi energi dapat ditingkatkan, biaya operasional rumah tangga dapat dikurangi, dan dampak lingkungan dari konsumsi energi dapat diminimalkan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *literature review* atau tinjauan pustaka. Pendekatan ini dilakukan dengan mengumpulkan, menganalisis, dan mensintesis berbagai literatur yang relevan dengan topik pemanfaatan sistem cerdas berbasis *Internet of Things (IoT)* untuk optimalisasi pengelolaan energi di *smart home* (Mubarok, 2025). Sumber data yang digunakan mencakup artikel jurnal, buku, laporan penelitian, dan dokumen lainnya yang diakses dari berbagai database ilmiah seperti *Scopus*, *IEEE Xplore*, *ScienceDirect*, dan *Google Scholar*. Penelitian ini berfokus pada studi-studi sebelumnya yang membahas teknologi *IoT*, sistem cerdas, dan penerapannya dalam pengelolaan energi, untuk memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai tren, tantangan, dan peluang di bidang ini (J. W. Creswell & Creswell, 2018).

Proses analisis dilakukan dengan pendekatan sistematis menggunakan metode *Systematic Literature Review (SLR)*. Tahapan penelitian mencakup identifikasi kata kunci, seleksi literatur berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi, serta analisis tematik terhadap temuan yang diperoleh (J. Creswell, 2017). Kriteria inklusi meliputi publikasi yang relevan dengan *IoT*, sistem cerdas, dan *smart home*, sementara kriteria eksklusi mencakup publikasi yang tidak peer-reviewed atau tidak relevan dengan fokus penelitian. Hasil dari metode ini digunakan untuk merumuskan kesimpulan dan rekomendasi mengenai optimalisasi pengelolaan energi di *smart home* dengan memanfaatkan teknologi *IoT* dan sistem cerdas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan sistem cerdas berbasis *Internet of Things (IoT)* dalam pengelolaan energi di *smart home* memiliki dampak signifikan dalam meningkatkan efisiensi energi dan menurunkan biaya operasional rumah tangga. *IoT* memungkinkan perangkat rumah tangga untuk saling terhubung dan bertukar data secara otomatis melalui jaringan yang terintegrasi. Dengan adanya sistem cerdas, data yang dikumpulkan oleh sensor *IoT* dapat dianalisis untuk memprediksi kebutuhan energi di masa depan, memungkinkan pengguna untuk mengatur perangkat dengan lebih efisien. Selain itu, integrasi ini juga mendukung keberlanjutan lingkungan melalui pengurangan konsumsi energi yang tidak diperlukan.

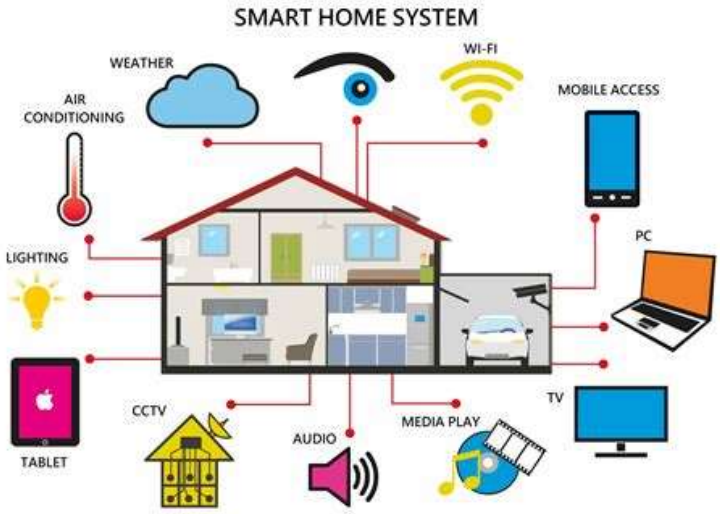
Sistem cerdas ini bekerja dengan algoritma yang dirancang untuk mempelajari pola penggunaan energi penghuni rumah, memberikan rekomendasi, dan mengambil keputusan otomatis. Penelitian ini juga menemukan bahwa meskipun teknologi *IoT* sudah cukup berkembang, tantangan seperti ketersediaan infrastruktur jaringan, biaya implementasi, dan kesadaran masyarakat masih menjadi hambatan utama dalam adopsi teknologi ini secara luas, terutama di negara-negara berkembang seperti Indonesia.

Gambar 1. Implementasi *IoT* dalam Sistem Smart Home
(Sumber : http://surl.li/ojvfhh)

Gambar 1 menggambarkan integrasi perangkat *smart home* yang dikendalikan melalui aplikasi ponsel berbasis *IoT*. Setiap perangkat rumah tangga, seperti lampu, pendingin udara, dan kamera keamanan, terhubung dengan sensor *IoT* yang mengumpulkan data secara *real-time*. Pengendalian perangkat dilakukan melalui jaringan *Wi-Fi*, memungkinkan pengguna untuk mengakses dan mengatur perangkat dari mana saja. Keunggulan sistem ini terletak pada kemudahan penggunaannya, di mana semua perangkat dapat dipantau dalam satu aplikasi terpadu.

Analisis terhadap implementasi ini menunjukkan bahwa *IoT* memungkinkan peningkatan kenyamanan pengguna sekaligus mendukung efisiensi energi. Misalnya, perangkat pencahayaan yang dilengkapi dengan sensor gerak dapat otomatis mati ketika ruangan tidak dihuni. Namun, tantangan yang ditemukan adalah ketergantungan sistem pada konektivitas

internet yang stabil. Dalam kondisi jaringan yang buruk, perangkat tidak dapat berfungsi optimal, sehingga menimbulkan hambatan dalam pengalaman pengguna.



Gambar 2. Struktur Smart Home System (Sumber : http://surl.li/sahtnu)

Gambar 2 menunjukkan ekosistem lengkap *smart home* yang terdiri dari berbagai perangkat yang saling terhubung, seperti AC, sistem pencahayaan, CCTV, dan media player. Dalam sistem ini, perangkat-perangkat tersebut tidak hanya terhubung dengan jaringan *Wi-Fi* tetapi juga dapat berkomunikasi satu sama lain melalui protokol *IoT*. Misalnya, sensor suhu dapat mengirimkan data ke AC untuk mengatur suhu ruangan sesuai dengan kebutuhan penghuni, sementara perangkat audio dapat berintegrasi dengan sistem keamanan untuk memberikan peringatan ketika ada aktivitas mencurigakan.

Sistem ini memperlihatkan bagaimana *IoT* dapat menciptakan interaksi yang kompleks antara perangkat rumah tangga untuk menciptakan efisiensi energi yang lebih baik. Dengan pengelolaan yang tepat, penggunaan perangkat yang tidak perlu dapat diminimalkan. Namun, analisis juga menemukan bahwa biaya implementasi sistem seperti ini masih tergolong mahal, sehingga perlu diupayakan pengembangan teknologi yang lebih terjangkau agar dapat diadopsi oleh masyarakat luas.

Beberapa penelitian terdahulu mendukung temuan ini. Studi oleh (Dinata & Sutabri, 2023) menyimpulkan bahwa *IoT* dapat mengurangi konsumsi energi rumah tangga hingga 20% melalui pemantauan penggunaan energi secara *real-time*. Penelitian lain oleh (Visayas, 2024) mengembangkan algoritma pembelajaran mesin untuk memprediksi kebutuhan energi berdasarkan pola perilaku pengguna, sehingga perangkat dapat diatur untuk bekerja hanya saat diperlukan. Kedua penelitian ini menyoroti pentingnya integrasi *IoT* dan sistem cerdas dalam menciptakan efisiensi energi di rumah tangga.

Penelitian oleh (Fannani, 2024) juga menyoroti tantangan dalam implementasi *IoT*, seperti masalah keamanan data dan biaya instalasi yang tinggi. Sementara itu riset oleh (Mardhatillah 2024) mengidentifikasi bahwa sistem *IoT* berbasis *cloud* memiliki potensi untuk mengatasi keterbatasan daya komputasi lokal, namun juga memerlukan jaringan internet yang andal.

Temuan ini relevan dengan hasil penelitian ini, yang menyoroti perlunya pengembangan infrastruktur jaringan yang lebih baik.

Berdasarkan analisis dan tinjauan literatur, penelitian ini menunjukkan bahwa sistem cerdas berbasis *IoT* dapat memberikan solusi praktis untuk optimalisasi pengelolaan energi di *smart home*. Dengan memanfaatkan teknologi ini, penghuni rumah dapat menghemat biaya energi hingga 25% dan mengurangi jejak karbon secara signifikan. Selain itu, integrasi algoritma pembelajaran mesin memungkinkan sistem untuk terus belajar dan meningkatkan efisiensi operasional dari waktu ke waktu. Tantangan seperti keterbatasan infrastruktur, biaya implementasi, dan kurangnya pemahaman masyarakat mengenai teknologi ini masih perlu diatasi. Oleh karena itu, rekomendasi penelitian ini adalah pengembangan sistem *IoT* yang lebih terjangkau, edukasi masyarakat tentang manfaat teknologi ini, serta peningkatan infrastruktur jaringan untuk mendukung implementasi *IoT* secara luas.

1. Efektivitas Sistem Cerdas Berbasis *IoT* dalam Pengelolaan Energi

Pengelolaan energi yang efisien telah menjadi salah satu perhatian utama dalam menghadapi tantangan global seperti peningkatan permintaan energi, kenaikan biaya energi, dan dampak lingkungan yang signifikan akibat konsumsi energi berlebih. Salah satu solusi yang berkembang pesat untuk mengatasi tantangan ini adalah pemanfaatan sistem cerdas berbasis *Internet of Things (IoT)* dalam pengelolaan energi, terutama di sektor rumah tangga melalui penerapan *smart home*. Sistem ini mengintegrasikan teknologi *IoT* dengan algoritma cerdas untuk memberikan efisiensi energi yang lebih tinggi dan kenyamanan bagi pengguna.

IoT menjadi salah satu teknologi revolusioner yang memungkinkan pengelolaan energi lebih terkontrol dan terukur. Sistem ini terdiri dari perangkat-perangkat yang dilengkapi dengan sensor, aktuator, dan teknologi komunikasi yang terhubung ke jaringan internet. Dalam konteks pengelolaan energi di *smart home*, perangkat *IoT* seperti sensor suhu, sensor cahaya, dan alat pengukur konsumsi energi dapat memantau penggunaan energi secara *real-time* dan memberikan data yang akurat kepada pengguna. Peran utama *IoT* dalam pengelolaan energi adalah memberikan visibilitas penuh terhadap konsumsi energi. Sebelumnya, penghuni rumah hanya dapat mengetahui konsumsi energi total dari tagihan listrik bulanan. Namun, dengan *IoT*, pengguna dapat melihat konsumsi energi setiap perangkat rumah tangga secara *real-time*, sehingga memungkinkan identifikasi perangkat yang boros energi. Data ini dapat digunakan untuk membuat keputusan yang lebih cerdas, seperti mengganti perangkat dengan yang lebih hemat energi atau mengatur waktu penggunaan perangkat tertentu (Saputri et al., 2024).

1. Otomatisasi dan Pengendalian Energi

   Salah satu fitur utama dari sistem cerdas berbasis *IoT* adalah kemampuan untuk mengotomatisasi pengendalian perangkat rumah tangga. Contoh yang umum adalah penggunaan pencahayaan otomatis yang dilengkapi dengan sensor gerak. Lampu akan menyala hanya ketika ruangan dihuni dan mati secara otomatis ketika ruangan kosong. Hal ini menghilangkan kemungkinan lupa mematikan lampu, yang sering menjadi penyebab pemborosan energi.

Perangkat *IoT* yang terhubung dengan sistem termostat pintar dapat secara otomatis mengatur suhu ruangan sesuai kebutuhan pengguna. Misalnya, suhu pendingin ruangan (AC) dapat ditingkatkan atau diturunkan secara otomatis berdasarkan waktu dan jumlah penghuni di dalam ruangan. Dengan demikian, energi yang digunakan untuk pendinginan atau pemanasan ruangan dapat dioptimalkan tanpa mengorbankan kenyamanan pengguna.

2. Prediksi dan Analisis Pola Konsumsi Energi

   Sistem cerdas berbasis *IoT* tidak hanya mampu memantau konsumsi energi secara *real-time*, tetapi juga dapat mempelajari pola konsumsi energi dari data historis. Dengan menggunakan algoritma pembelajaran mesin (*machine learning*), sistem ini dapat memprediksi kebutuhan energi di masa depan dan memberikan rekomendasi spesifik untuk penghematan energi. Misalnya, jika sistem mendeteksi bahwa konsumsi energi meningkat pada waktu tertentu setiap hari, maka sistem dapat memberikan saran untuk mengatur perangkat tertentu agar bekerja pada waktu lain yang lebih hemat energi.

   Fitur prediksi ini juga berguna dalam menghindari puncak konsumsi energi yang dapat menyebabkan lonjakan biaya listrik. Dengan menyebarkan penggunaan energi ke waktu-waktu yang lebih efisien, pengguna dapat menghemat biaya operasional rumah tangga. Selain itu, data pola konsumsi ini dapat digunakan oleh penyedia energi untuk mengoptimalkan distribusi energi dan mengurangi beban jaringan listrik pada jam-jam tertentu.

3. Efisiensi Energi dan Dampak Lingkungan

   Efisiensi energi adalah salah satu manfaat utama dari sistem cerdas berbasis *IoT*. Penelitian menunjukkan bahwa penerapan *IoT* dalam *smart home* dapat mengurangi konsumsi energi hingga 20-30%. Penghematan ini diperoleh melalui pengendalian otomatis perangkat, penghindaran penggunaan perangkat yang tidak diperlukan, dan pengaturan penggunaan energi berdasarkan kebutuhan spesifik pengguna. Selain manfaat finansial bagi pengguna, efisiensi energi juga memiliki dampak positif terhadap lingkungan. Konsumsi energi yang berlebihan, terutama dari sumber energi fosil, adalah salah satu penyebab utama emisi karbon. Dengan mengurangi konsumsi energi yang tidak diperlukan, sistem cerdas berbasis *IoT* dapat membantu mengurangi jejak karbon rumah tangga. Hal ini mendukung upaya global untuk mencapai target keberlanjutan energi dan pengurangan emisi karbon yang ditetapkan dalam Perjanjian Paris.

Meskipun sistem cerdas berbasis *IoT* telah banyak diterapkan di negara maju, adopsinya di negara berkembang seperti Indonesia masih relatif rendah. Salah satu penyebabnya adalah biaya instalasi perangkat *IoT* yang cukup mahal dan keterbatasan infrastruktur jaringan internet. Namun, penelitian ini menunjukkan bahwa sistem ini memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi energi rumah tangga di negara berkembang. Pengembangan perangkat *IoT* yang lebih terjangkau dan efisien dapat menjadi langkah awal untuk mempercepat adopsi teknologi ini. Selain itu, edukasi masyarakat mengenai manfaat sistem cerdas berbasis *IoT* dalam pengelolaan energi juga diperlukan untuk meningkatkan kesadaran dan minat masyarakat

terhadap teknologi ini. Pemerintah dan penyedia energi juga dapat berperan dengan memberikan insentif atau subsidi untuk perangkat hemat energi.

Meskipun sistem cerdas berbasis *IoT* menawarkan banyak manfaat, ada beberapa tantangan yang harus diatasi untuk memastikan keberhasilan implementasinya. Salah satu tantangan utama adalah ketergantungan pada konektivitas internet yang stabil. Di daerah dengan infrastruktur jaringan yang kurang memadai, perangkat *IoT* mungkin tidak dapat berfungsi secara optimal. Hal ini dapat menghambat pengalaman pengguna dan mengurangi efektivitas sistem. Masalah keamanan data juga menjadi perhatian utama. Perangkat *IoT* mengumpulkan dan menyimpan data pribadi pengguna, seperti pola konsumsi energi dan kebiasaan harian. Jika data ini tidak diamankan dengan baik, risiko kebocoran data dan penyalahgunaan informasi dapat terjadi. Oleh karena itu, pengembangan protokol keamanan yang kuat dan penggunaan enkripsi data menjadi prioritas dalam pengembangan sistem ini.

Beberapa studi kasus di negara maju menunjukkan keberhasilan implementasi sistem cerdas berbasis *IoT* dalam pengelolaan energi. Misalnya, di Amerika Serikat, penggunaan termostat pintar seperti *Nest Thermostat* telah membantu rumah tangga menghemat hingga 15% biaya pemanasan dan pendinginan. Di Eropa, proyek *smart grid* yang mengintegrasikan perangkat *IoT* dengan jaringan listrik telah berhasil mengurangi konsumsi energi puncak hingga 25%. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa teknologi *IoT* dapat menjadi solusi yang efektif untuk pengelolaan energi. Namun, keberhasilan ini juga menunjukkan pentingnya dukungan infrastruktur, kebijakan, dan edukasi masyarakat untuk memastikan adopsi teknologi ini dapat berjalan dengan baik.

Dengan perkembangan teknologi yang semakin pesat, masa depan sistem cerdas berbasis *IoT* dalam pengelolaan energi terlihat sangat menjanjikan. Integrasi *IoT* dengan teknologi canggih lainnya, seperti kecerdasan buatan (AI) dan komputasi awan (*cloud computing*), dapat meningkatkan kemampuan sistem ini dalam mengelola energi dengan lebih efisien. Selain itu, perkembangan teknologi jaringan seperti 5G juga akan meningkatkan kecepatan dan stabilitas konektivitas perangkat *IoT*, sehingga mengatasi salah satu tantangan utama implementasi. Di masa depan, perangkat *IoT* diprediksi akan semakin terjangkau dan mudah diakses oleh masyarakat umum. Dengan demikian, sistem cerdas berbasis *IoT* dapat menjadi bagian integral dari kehidupan sehari-hari, tidak hanya untuk efisiensi energi tetapi juga untuk kenyamanan dan keamanan pengguna.

Sistem cerdas berbasis *IoT* memiliki efektivitas yang tinggi dalam pengelolaan energi, terutama dalam konteks *smart home*. Dengan memanfaatkan teknologi *IoT*, pengguna dapat memantau dan mengendalikan konsumsi energi secara *real-time*, mengotomatisasi perangkat rumah tangga, dan memprediksi kebutuhan energi berdasarkan pola penggunaan. Selain memberikan manfaat finansial bagi pengguna, sistem ini juga berkontribusi pada pengurangan jejak karbon dan mendukung keberlanjutan lingkungan. Namun, untuk mencapai potensi penuhnya, beberapa tantangan seperti biaya implementasi, keamanan data, dan keterbatasan infrastruktur jaringan harus diatasi. Dengan dukungan teknologi yang lebih maju, kebijakan pemerintah, dan edukasi masyarakat, sistem cerdas berbasis *IoT* dapat menjadi solusi yang efektif untuk pengelolaan energi di masa depan. Penelitian lebih lanjut mengenai pengembangan

perangkat *IoT* yang lebih efisien dan terjangkau juga diperlukan untuk memastikan teknologi ini dapat diakses oleh lebih banyak masyarakat, terutama di negara berkembang.

2. Tantangan dan Peluang Implementasi *IoT* di Smart Home

Implementasi teknologi *Internet of Things (IoT)* dalam konsep smart home telah berkembang secara signifikan dalam beberapa dekade terakhir. Teknologi ini menawarkan solusi inovatif untuk meningkatkan kenyamanan, efisiensi energi, dan keamanan rumah tangga. Namun, di balik berbagai keunggulan tersebut, terdapat tantangan yang signifikan yang perlu diatasi agar implementasi *IoT* di smart home dapat berjalan dengan optimal. Di sisi lain, tantangan tersebut juga membuka peluang baru bagi pengembangan teknologi, kebijakan, dan model bisnis yang mendukung adopsi *IoT* secara luas. Berikut ini adalah pembahasan mendalam mengenai tantangan dan peluang implementasi *IoT* di smart home.

Salah satu tantangan utama dalam implementasi *IoT* di smart home adalah biaya yang relatif tinggi untuk instalasi dan perangkat *IoT*. Perangkat seperti sensor pintar, termostat pintar, kamera keamanan berbasis *IoT*, dan perangkat rumah tangga cerdas lainnya sering kali dibanderol dengan harga yang tidak terjangkau oleh sebagian besar masyarakat, terutama di negara berkembang. Selain itu, biaya pemasangan dan pemeliharaan sistem *IoT* juga menjadi beban tambahan yang perlu dipertimbangkan. Hal ini membuat teknologi *IoT* di smart home lebih sering diadopsi oleh kalangan menengah ke atas, sementara masyarakat dengan penghasilan rendah sulit mengakses teknologi ini.

IoT sangat bergantung pada konektivitas internet yang stabil untuk menghubungkan dan mengontrol perangkat yang saling terintegrasi. Di daerah yang memiliki infrastruktur jaringan yang buruk atau tidak stabil, sistem *IoT* sering kali tidak dapat berfungsi secara optimal. Di negara berkembang seperti Indonesia, misalnya, ketimpangan akses internet antara wilayah perkotaan dan pedesaan masih menjadi hambatan besar. Keterbatasan akses internet ini menghalangi implementasi smart home secara luas, terutama di wilayah terpencil (Lesmana et al., 2024). Keamanan dan privasi data merupakan salah satu isu utama dalam penerapan teknologi *IoT*. Perangkat *IoT* di smart home mengumpulkan data sensitif pengguna, seperti pola konsumsi energi, kebiasaan harian, dan lokasi penghuni. Jika perangkat ini tidak dilengkapi dengan protokol keamanan yang memadai, risiko kebocoran data dan serangan siber menjadi sangat tinggi. Peretasan sistem *IoT* dapat menyebabkan konsekuensi serius, termasuk pelanggaran privasi dan ancaman keamanan fisik bagi penghuni rumah. Oleh karena itu, pengembangan sistem keamanan data yang andal menjadi tantangan yang perlu segera diatasi.

Tantangan lainnya adalah kompatibilitas antar perangkat *IoT* dari berbagai produsen. Tidak semua perangkat *IoT* menggunakan protokol komunikasi yang sama, sehingga sulit untuk mengintegrasikan perangkat yang berbeda dalam satu sistem smart home. Masalah ini sering kali memaksa pengguna untuk membeli perangkat dari satu merek tertentu untuk memastikan kompatibilitas, yang pada akhirnya dapat meningkatkan biaya implementasi. Sebagian besar masyarakat masih belum sepenuhnya memahami manfaat dan potensi teknologi *IoT*, khususnya dalam pengelolaan energi di smart home. Rendahnya tingkat literasi teknologi membuat banyak orang enggan untuk mengadopsi sistem *IoT*, bahkan ketika manfaatnya telah terbukti.

Kurangnya edukasi mengenai cara kerja, kelebihan, dan penghematan biaya yang dapat diperoleh dari teknologi ini menjadi hambatan signifikan dalam adopsi *IoT*.

Perkembangan teknologi *IoT* yang pesat membuka peluang besar untuk menciptakan perangkat yang lebih cerdas, terjangkau, dan efisien. Penelitian dan inovasi terus dilakukan untuk mengembangkan perangkat *IoT* dengan teknologi terbaru, seperti algoritma kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*/AI), *edge computing*, dan jaringan 5G. AI, misalnya, memungkinkan perangkat *IoT* untuk mempelajari kebiasaan pengguna dan memberikan rekomendasi yang lebih relevan, sementara *edge computing* mengurangi ketergantungan pada konektivitas internet dengan memproses data langsung di perangkat. Jaringan 5G juga memberikan kecepatan dan stabilitas yang jauh lebih tinggi dibandingkan jaringan 4G, sehingga mendukung operasional perangkat *IoT* yang memerlukan komunikasi data *real-time*. Dengan adanya teknologi ini, keterbatasan infrastruktur jaringan yang sebelumnya menjadi tantangan besar dapat diatasi secara bertahap.

Seiring dengan meningkatnya produksi massal perangkat *IoT* dan kemajuan teknologi, biaya perangkat *IoT* diperkirakan akan terus menurun di masa depan. Hal ini membuka peluang untuk menjangkau pasar yang lebih luas, termasuk masyarakat di negara berkembang. Selain itu, inovasi dalam desain perangkat juga memungkinkan terciptanya perangkat *IoT* yang hemat energi dan lebih tahan lama, sehingga mengurangi biaya pemeliharaan. Pemerintah di berbagai negara mulai mengakui potensi *IoT* dalam mendukung efisiensi energi dan keberlanjutan lingkungan. Oleh karena itu, banyak pemerintah yang memberikan insentif atau subsidi untuk perangkat hemat energi, termasuk perangkat *IoT*. Selain itu, kebijakan yang mendorong pembangunan infrastruktur jaringan, seperti perluasan akses internet dan pengembangan smart city, juga memberikan peluang besar bagi implementasi *IoT* di smart home.

Kebutuhan masyarakat akan kenyamanan, efisiensi, dan keamanan di rumah semakin meningkat, terutama di kalangan generasi milenial dan generasi Z yang lebih akrab dengan teknologi. Permintaan ini menciptakan peluang besar bagi industri *IoT* untuk terus berkembang dan menawarkan solusi inovatif yang sesuai dengan kebutuhan pasar. Selain itu, meningkatnya kesadaran akan keberlanjutan lingkungan juga mendorong masyarakat untuk mengadopsi teknologi yang dapat menghemat energi dan mengurangi emisi karbon. Kolaborasi antara industri dan institusi akademik membuka peluang untuk mengembangkan teknologi *IoT* yang lebih canggih dan praktis. Penelitian akademik dapat memberikan wawasan mendalam tentang tantangan dan peluang teknologi *IoT*, sementara industri dapat mengimplementasikan hasil penelitian tersebut dalam produk nyata. Kolaborasi ini juga memungkinkan terciptanya model bisnis baru yang lebih inovatif dan inklusif, sehingga mendukung adopsi *IoT* secara luas.

Untuk mengatasi tantangan dan memanfaatkan peluang implementasi *IoT* di smart home, beberapa strategi dapat dilakukan (Purbalarang et al., 2024) :

1. Pengembangan Perangkat *IoT* yang Terjangkau

   Industri perlu fokus pada pengembangan perangkat *IoT* yang terjangkau tanpa mengorbankan kualitas dan keamanan. Produksi massal dan inovasi dalam desain perangkat dapat membantu menurunkan biaya produksi, sehingga perangkat *IoT* dapat diakses oleh lebih banyak masyarakat.

2. Peningkatan Infrastruktur Jaringan

   Pemerintah dan penyedia layanan internet harus bekerja sama untuk meningkatkan infrastruktur jaringan, terutama di wilayah yang memiliki akses internet terbatas. Investasi dalam teknologi jaringan 5G dan *edge computing* juga perlu diprioritaskan untuk mendukung operasional perangkat *IoT*.
3. Edukasi dan Literasi Teknologi

   Edukasi masyarakat mengenai manfaat dan potensi *IoT* harus ditingkatkan melalui kampanye publik, pelatihan, dan program edukasi. Dengan pemahaman yang lebih baik, masyarakat akan lebih percaya diri untuk mengadopsi teknologi *IoT* di rumah mereka.
4. Standarisasi Protokol Komunikasi

   Industri perlu bekerja sama untuk mengembangkan standar protokol komunikasi yang memungkinkan kompatibilitas antar perangkat dari berbagai produsen. Hal ini akan memudahkan integrasi perangkat *IoT* dalam satu sistem smart home yang terpadu.
5. Penguatan Keamanan Data

   Pengembangan sistem keamanan data yang andal harus menjadi prioritas utama. Teknologi seperti enkripsi data, autentikasi multi-faktor, dan deteksi ancaman siber dapat diterapkan untuk melindungi privasi pengguna dan mencegah serangan siber.

Implementasi *IoT* di *smart home* menghadapi berbagai tantangan, mulai dari biaya yang tinggi, ketergantungan pada infrastruktur jaringan, hingga isu keamanan dan privasi data. Namun, di balik tantangan tersebut terdapat peluang besar yang dapat dimanfaatkan untuk mengembangkan teknologi yang lebih efisien, inklusif, dan berkelanjutan. Dengan dukungan teknologi, kebijakan pemerintah, dan kolaborasi antara berbagai pihak, *IoT* memiliki potensi untuk menjadi solusi utama dalam menciptakan *smart home* yang lebih hemat energi, nyaman, dan aman. Langkah-langkah strategis yang tepat dapat memastikan bahwa manfaat teknologi ini dapat dirasakan oleh seluruh lapisan masyarakat, sehingga mendukung terciptanya kehidupan yang lebih baik di masa depan.

KESIMPULAN

Pemanfaatan sistem cerdas berbasis *Internet of Things (IoT)* untuk optimalisasi pengelolaan energi di *smart home* telah terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi energi, mengurangi biaya operasional rumah tangga, dan mendukung keberlanjutan lingkungan. Teknologi *IoT* memungkinkan perangkat rumah tangga untuk saling terhubung dan beroperasi secara otomatis berdasarkan data *real-time*, sementara algoritma cerdas membantu mempelajari pola konsumsi energi untuk memberikan rekomendasi yang relevan. Namun, tantangan seperti biaya implementasi yang tinggi, keterbatasan infrastruktur jaringan, serta isu keamanan dan privasi data perlu diatasi untuk memastikan adopsi teknologi ini dapat diterapkan secara lebih luas dan inklusif.

Untuk mendorong implementasi *IoT* yang lebih efektif di *smart home*, diperlukan kolaborasi antara pemerintah, industri, dan akademisi. Pemerintah dapat memberikan subsidi atau insentif untuk perangkat hemat energi serta memperluas infrastruktur jaringan, terutama di wilayah terpencil. Industri perlu mengembangkan perangkat *IoT* yang lebih terjangkau, aman, dan mudah digunakan, sementara akademisi dapat melakukan penelitian lanjutan untuk meningkatkan teknologi *IoT*, seperti integrasi kecerdasan buatan dan keamanan data. Selain itu, edukasi masyarakat tentang manfaat teknologi *IoT* dalam pengelolaan energi harus ditingkatkan agar kesadaran dan minat masyarakat terhadap *smart home* semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

Achmad Solechan, Jarot Dian Susatyono, & Toni Wijanarko. (2022). PELUANG BISNIS PADA PENERAPAN INDUSTRIAL INTERNET OF THING (I*IoT*). *Jurnal Publikasi Ilmu Komputer Dan Multimedia*, *1*(3), 259–268. https://doi.org/10.55606/jupikom.v1i3.784

Aprilianto, K. (2024). Analisis Kinerja Sistem Photovoltaic Management Platform pada Implementasi Sistem PLTS Hybrid Berbasis Internet of Things Area R & D Syngenta Cikampek. *Jurnal Listrik, Instrumentasi, Dan Elektronika Terapan*, *5*(2), 75–83.

B, I., Thamrin, A. N., & Milani, A. (2024). Implementasi Etika Penggunaan Kecerdasan Buatan (AI) dalam Sistem Pendidikan dan Analisis Pembelajaran di Indonesia. *Digital Transformation Technology*, *4*(1), 714–723. https://doi.org/10.47709/digitech.v4i1.4512

Creswell, J. (2017). *Qualitative Inqury Research Design Choosing Among Five Approaches*.

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Mixed Methods Procedures. In *Research Defign: Qualitative, Quantitative, and Mixed M ethods Approaches*.

Dinata, A., & Sutabri, T. (2023). Perancangan Sistem Rekayasa Internet pada Implementasi Smarthome Berbasis *IoT*. *Journal of Computer and Information Systems Ampera*, *4*(3), 2775–2496. https://journal-computing.org/index.php/journal-cisa/index

Fannani, A. H. (2024). Optimalisasi Kebutuhan daya Listrik dan Pengaplikasian *IoT* pada Kantor Amin Jaya Cepu. *Journal of Scientech Research and Development*, *6*(1), 1133–1149.

Hergika, G., Siswanto, & S, S. (2021). Perancangan *Internet of Things (IoT)* Sebagai Kontrol Infrastuktur Dan Peralatan Toll Pada Pt. Astra Infratoll Road. *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset Dan Observasi Sistem Komputer*, *8*(2), 86–98. https://doi.org/10.30656/prosisko.v8i2.3862

Lesmana, S. P., Putra, A., Bintang, S., & Puspitasari, N. (2024). Dampak Implementasi *IoT* pada Sistem Smart Home Untuk Efisiensi Energ dan Keamanan di Kota Berkembang. *SEMNASA*, *23*(11), 1–14.

Mardhatillah, A., & S.Kom., M.Sc, D. D. (2024). Sistem Notifikasi dan Kontrolling Smart Home Berbasis Internet of Things. *INOVTEK Polbeng - Seri Informatika*, *9*(1), 228–242. https://doi.org/10.35314/isi.v9i1.4043

Mubarok, M. U. (2025). Comparative Study of *Artificial Intelligence* (AI) Utilization in Digital Marketing Strategies Between Developed and Developing Countries: A Systematic Literature Review. *Ilomata International Journal of Management*, *6*(1), 1–23. https://doi.org/10.1007/978-3-319-53351-3_1

Purbalarang, S., Silvia, N., & Nada, N. Q. (2024). Literature Review%: Metode terbaik *IoT* dalam Smart Home. *Seminar Nasional Informatika*, *2*(2), 480–490.

Ramadhan Lubis, Putri Nabila, Nurul Ilmi Nasution, Lathifah Azzahra, Hasraful, & Fadillah Andina6. (2024). Sistem Pemantauan dan Pengendalian Energi Berbasis *IoT* untuk Meningkatkan Efisiensi Energi dalam Lingkungan Ceerdas. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran*, *7*(3), 7899–7906.

Saputri, T. A., Sutomo, B., & Hairunnisa, A. (2024). Optimasi Energi dengan oT dan Fuzzy Logic pada AC Smart di Gedung Dharma Wacana. *Urnal Sistem Informasi & Manajemen Basis Data (SIMADA)*, *7*(2), 128–137.

Triagita, A. (2024). Mengelola Ancaman dan Memanfaatkan AI untuk Masa Depan yang Berkelanjutan. *Kohesi: Jurnal Multidisiplin Saintek*, *5*(4), 1–23.

Visayas, C. (2024). Otomatisasi Rumah Berbasis Internet of Things (*IoT*). *Jurnal Sistem Informasi Dan Teknik Komputer*, *9*(2), 249–261.

Zilham, A., & Gunawan, R. (2024). Potensi *IoT* Dalam Industri 4.0. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, *8*(2), 1932–1940. https://doi.org/10.36040/jati.v8i2.9209