

Perencanaan Instalasi Listrik Smart Home IoT Berbasis Bardi di Tomohon

Fabio Mose^{1*}, Fransiskus Seke², dan I Gede Budi Mahendra³

^{1,2,3} Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Manado

*Corresponding author, e-mail: fabiomose@unima.ac.id¹

Received: May 29th, 2026. Revised: June 21st, 2026. Accepted: July 11th, 2026
Available online: July 13th, 2026. Published: July 13th, 2026.

Abstract— The development of the Internet of Things (IoT) has driven the transformation of residential electrical installations toward smarter, safer, more efficient, and easily controlled smart homes. However, in type 36/72 houses at the Griya Lestari Tomohon Housing Complex, the existing electrical installation remains conventional with a capacity of 1,300 VA, which is potentially insufficient to meet modern household load demands. This study aims to design an IoT-based smart home electrical installation using Bardi devices in compliance with the Indonesian Electrical Installation Regulations (PUIL 2011) and the specific characteristics of the studied house. The method employed is a descriptive case study with a planning approach, encompassing field surveys, electrical load calculations, load group division, component specification selection, single-line diagram formulation, component layouts, and cost estimation. The results show a total electrical load of 2,190 watts with a current of 9.95 amperes, indicating that the installed capacity of 1,300 VA needs to be upgraded to 2,200 VA. The planning yields six load groups utilizing one 10A Smart Breaker, four 6A Smart Breakers, two 4A Smart Breakers, and four 10A Smart Plugs, with a total estimated cost of Rp5,200,000. This system also has the potential to reduce energy consumption by 15–20% per month through monitoring, remote control, and device scheduling. The implication of this study is the availability of a practical, safe, and applicable planning document for both residents and technicians.

Keywords: smart home, IoT, electrical installation, Bardi, planning.

Abstrak— Perkembangan Internet of Things (IoT) mendorong transformasi instalasi listrik rumah tinggal menuju smart home yang lebih efisien, aman, dan mudah dikendalikan. Namun, pada rumah tipe 36/72 di Perumahan Griya Lestari Tomohon, instalasi listrik eksisting masih bersifat konvensional dengan daya 1.300 VA sehingga berpotensi tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan beban rumah tangga modern. Penelitian ini bertujuan merencanakan instalasi listrik smart home berbasis IoT menggunakan Bardi yang sesuai dengan PUIL 2011 serta karakteristik rumah penelitian. Metode yang digunakan adalah studi kasus deskriptif dengan pendekatan perencanaan, meliputi survei lapangan, perhitungan beban listrik, pembagian grup beban, pemilihan spesifikasi komponen, penyusunan diagram satu garis, tata letak komponen, dan estimasi biaya. Hasil penelitian menunjukkan total beban listrik sebesar 2.190 watt dengan arus 9,95 ampere, sehingga daya terpasang 1.300 VA perlu ditingkatkan menjadi 2.200 VA. Perencanaan menghasilkan enam grup beban, penggunaan 1 Smart Breaker 10A, 4 Smart Breaker 6A, 2 Smart Breaker 4A, dan 4 Smart Plug 10A, dengan estimasi biaya total Rp5.200.000. Sistem ini juga berpotensi menghemat energi 15–20% per bulan melalui monitoring, kontrol jarak jauh, dan penjadwalan perangkat. Implikasi penelitian ini adalah tersedianya dokumen perencanaan yang praktis, aman, dan aplikatif bagi penghuni maupun teknisi.

Kata Kunci: smart home, IoT, instalasi listrik, Bardi, perencanaan.

Copyright (c) 2026. Fabio Mose, Fransiskus Seke, and I Gede Budi Mahendra.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan Internet of Things (IoT) telah mengubah sistem kelistrikan rumah tangga dari sekadar sarana distribusi daya menjadi infrastruktur cerdas yang mampu memantau, mengendalikan, dan mengoptimalkan konsumsi energi secara real time. Dalam beberapa tahun terakhir, riset tentang smart home dan manajemen energi berbasis IoT menunjukkan bahwa integrasi sensor, aktuator, dan platform aplikasi mampu meningkatkan efisiensi, kenyamanan, serta kontrol pengguna terhadap beban listrik rumah tangga (Ahmad et al., 2024; Wang et al., 2023). Di sisi lain, kajian terbaru juga menegaskan bahwa pengembangan smart electrical systems tidak

hanya berkaitan dengan otomasi, tetapi juga dengan standar instalasi, keamanan, interoperabilitas, dan kelayakan implementasi di lingkungan hunian (Matta et al., 2026; Poyyamozhi et al., 2024). Berdasarkan konteks tersebut, perencanaan instalasi listrik smart home berbasis IoT menjadi relevan untuk rumah tinggal yang masih menggunakan sistem konvensional namun memiliki kebutuhan efisiensi dan kendali yang lebih baik.

Pada tataran aplikasi, smart home telah berkembang dari konsep kenyamanan menjadi pendekatan strategis untuk pengelolaan energi. Pemanfaatan algoritma pembelajaran mesin dan deep reinforcement learning dalam home energy management system menunjukkan potensi besar

untuk mengatur pemakaian listrik secara adaptif sesuai pola aktivitas penghuni (Khan et al., 2024; Latón et al., 2024). Sejalan dengan itu, sistem monitoring berbasis IoT pada peralatan rumah eksisting terbukti dapat membantu pengguna memahami profil konsumsi energi per perangkat maupun per grup beban, sehingga keputusan penggunaan listrik dapat dibuat lebih rasional (Ahmad et al., 2024; Verde Romero et al., 2024). Dalam konteks bangunan, pendekatan ini juga dipandang sebagai bagian dari upaya keberlanjutan karena dapat menekan pemborosan energi dan mendukung konsumsi yang lebih bijak (Strzelecki et al., 2024; Wang et al., 2023).

Namun, adopsi smart home tidak semata-mata ditentukan oleh ketersediaan teknologi. Studi tentang penerimaan smart home menunjukkan bahwa persepsi manfaat, kompatibilitas, kemudahan penggunaan, dan rasa aman pengguna berpengaruh besar terhadap keputusan adopsi (Pliatsikas & Economides, 2022; Valencia-Arias et al., 2023). Selain itu, isu keamanan dan privasi tetap menjadi perhatian utama, terutama pada perangkat IoT berbiaya rendah yang sering bergantung pada konektivitas nirkabel dan aplikasi berbasis cloud (Murat et al., 2024; Vardakis et al., 2024; Sebestyen et al., 2025). Karena itu, implementasi smart home di lingkungan rumah tinggal perlu dirancang bukan hanya agar fungsional, tetapi juga aman, hemat biaya, dan sesuai standar teknis instalasi listrik.

Berdasarkan skripsi yang Anda unggah, penelitian ini berfokus pada perencanaan instalasi listrik smart home berbasis IoT menggunakan produk Bardi pada rumah tipe 36/72 di Perumahan Griya Lestari Tomohon. Kondisi eksisting menunjukkan kebutuhan daya total 2.190 watt dengan arus 9,95 ampere, sehingga daya terpasang 1.300 VA dinilai belum memadai dan perlu diarahkan ke 2.200 VA agar sistem bekerja lebih aman dan stabil. Selain itu, perencanaan pembagian grup beban, pemilihan kapasitas smart breaker, penempatan smart plug, penyusunan diagram satu garis, dan estimasi biaya menjadi elemen penting yang harus disusun secara kontekstual agar perencanaan dapat diimplementasikan dengan benar. Di sinilah letak kebaruan penelitian ini, yaitu menghasilkan dokumen perencanaan teknis smart home yang spesifik untuk rumah tipe 36/72, menggunakan produk lokal Bardi, dan mengintegrasikan aspek teknis, ekonomis, dan operasional dalam satu rancangan yang mengikuti prinsip PUIL 2011. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan menyusun perencanaan instalasi listrik smart home yang aman, efisien, terukur, dan aplikatif bagi penghuni maupun teknisi di Perumahan Griya Lestari Tomohon..

II. METODE

Penelitian ini menggunakan metode studi kasus deskriptif dengan pendekatan perencanaan (design planning). Pendekatan ini dipilih karena tujuan utama penelitian bukan membuat prototipe atau melakukan implementasi fisik, melainkan menyusun dokumen perencanaan instalasi listrik smart home berbasis IoT yang siap diterapkan pada rumah tipe 36/72 di Perumahan Griya Lestari Tomohon. Dengan demikian, fokus penelitian berada pada perhitungan kebutuhan daya, pemilihan komponen, pembagian grup beban, penyusunan diagram satu garis, tata letak komponen, serta estimasi biaya yang semuanya diarahkan agar selaras dengan PUIL 2011.

Lokasi penelitian berada di Perumahan Griya Lestari Tomohon, Kota Tomohon, Sulawesi Utara, dengan waktu pelaksanaan pada Mei 2026. Objek penelitian adalah rumah tipe 36/72 yang memiliki karakteristik beban listrik rumah tangga konvensional dengan daya terpasang 1.300 VA. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada kebutuhan nyata untuk merancang sistem kelistrikan yang lebih aman, efisien, dan dapat dikendalikan jarak jauh melalui perangkat Bardi.

Tahapan penelitian meliputi enam langkah utama. Pertama, studi literatur untuk mengkaji PUIL 2011, spesifikasi produk Bardi, dan penelitian relevan tentang smart home serta efisiensi energi. Kedua, survei dan pengumpulan data untuk memperoleh denah rumah, daftar peralatan listrik, dan daya terpasang. Ketiga, perhitungan beban listrik guna menentukan total daya dan arus tiap grup beban. Keempat, perancangan sistem yang mencakup penentuan kapasitas Smart Breaker utama dan cabang, jumlah serta posisi Smart Plug, pembagian grup beban, dan penyusunan diagram satu garis serta layout komponen. Kelima, estimasi biaya yang mencakup komponen Bardi, kabel, panel, aksesoris, jasa instalasi, dan penambahan daya PLN. Keenam, penyusunan laporan sebagai dokumen teknis perencanaan yang sistematis.

Instrumen pengumpulan data terdiri atas denah rumah dari pengembang, daftar peralatan listrik dari penghuni, spesifikasi teknis produk Bardi, dan standar PUIL 2011. Data yang diperoleh dianalisis secara kuantitatif untuk menghitung beban dan biaya, serta secara kualitatif untuk menilai kesesuaian rancangan dengan standar keselamatan dan kebutuhan pengguna. Alur analisis ini menghasilkan keluaran utama berupa dokumen perencanaan yang kontekstual, aman, dan aplikatif untuk diimplementasikan pada rumah sasaran.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Berdasarkan metode studi kasus deskriptif dengan pendekatan perencanaan, penelitian ini menghasilkan dokumen perencanaan instalasi listrik smart home berbasis IoT pada rumah tipe 36/72 di Perumahan Griya Lestari Tomohon. Objek rumah yang dianalisis memiliki daya terpasang PLN 1.300 VA dan terdiri atas dua kamar tidur, ruang tamu, ruang keluarga, dapur, kamar mandi, serta teras depan. Dari data peralatan listrik eksisting yang dikumpulkan melalui survei, total beban terpasang dihitung sebesar 2.190 watt, dengan arus total 9,95 ampere pada tegangan 220 volt. Hasil ini menunjukkan bahwa daya 1.300 VA yang tersedia belum mencukupi, sehingga perencanaan merekomendasikan peningkatan daya menjadi 2.200 VA agar sistem dapat bekerja aman dan stabil.

Hasil lain dari penelitian ini adalah pembagian beban ke dalam enam grup sesuai prinsip PUIL 2011, yaitu grup pencahayaan, stop kontak umum, stop kontak dapur, AC 1/2 PK, kulkas dan mesin cuci, serta pompa air dan setrika. Pembagian ini menunjukkan bahwa grup beban kecil berada pada kisaran 0,36–0,82 ampere, sedangkan grup beban menengah dan besar berada pada kisaran 1,73–2,95 ampere. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, kapasitas pengaman yang direncanakan adalah 1 unit Bardi Smart Breaker 10A sebagai pengaman utama, 4 unit Bardi Smart Breaker 6A untuk grup beban menengah, dan 2 unit Bardi Smart Breaker 4A untuk grup beban kecil. Selain itu, dipasang 4 unit Bardi Smart Plug 10A untuk perangkat yang memerlukan kontrol dan monitoring, yaitu TV, AC, kulkas, dan dispenser. Seluruh hasil tersebut menjawab pertanyaan penelitian mengenai kecukupan daya, pembagian grup beban, dan pemilihan spesifikasi komponen.

Berdasarkan hasil perancangan sistem, penelitian ini juga berhasil menyusun diagram satu garis instalasi listrik smart home yang memperlihatkan aliran daya dari sumber PLN menuju Smart Breaker utama, kemudian ke Smart Breaker cabang, dan selanjutnya ke beban masing-masing grup. Tata letak komponen juga telah ditentukan pada posisi yang logis, misalnya Smart Plug pada ruang tamu untuk TV LED, pada dapur untuk kulkas, dan Smart Breaker pada grup pencahayaan, stop kontak umum, stop kontak dapur, serta pompa air di ruang-ruang terkait. Dengan susunan tersebut, hasil perencanaan tidak hanya menjawab masalah teknis, tetapi juga menghasilkan acuan implementasi yang lebih mudah dipahami oleh teknisi maupun penghuni rumah.

Dari sisi kelayakan dan ekonomi, hasil perhitungan menunjukkan total estimasi biaya implementasi sebesar Rp5.200.000, yang mencakup komponen Bardi, kabel NYM, panel distribusi, pipa PVC, jasa instalasi, dan biaya tambah daya PLN. Rincian biaya ini memperlihatkan bahwa komponen utama yang paling besar kontribusinya adalah jasa instalasi, Smart Breaker, dan kebutuhan pendukung instalasi. Secara fungsional, sistem yang direncanakan memenuhi ketentuan keselamatan PUIL 2011 karena setiap grup beban memiliki pengaman yang sesuai dengan arusnya, pembagian grup lebih teratur, dan kapasitas penghantar disesuaikan dengan pengaman. Di sisi efisiensi, fitur monitoring real-time, kontrol jarak jauh, dan penjadwalan pada Bardi diperkirakan mampu memberi penghematan energi sekitar 15–20% per bulan, sehingga penelitian ini mencapai tujuan utama untuk menghasilkan dokumen perencanaan yang aman, ekonomis, dan aplikatif.

Tabel 1. Ringkasan Hasil Perencanaan Instalasi Listrik Smart Home Berbasis IoT pada Rumah Tipe 36/72

Aspek hasil	Nilai/ temuan utama	Implikasi
Daya total terpasang	2.190 watt	Melebihi daya 1.300 VA yang tersedia
Arus total	9,95 ampere	Menjadi dasar pemilihan pengaman utama
Daya PLN yang direkomendasikan	2.200 VA	Agar beban dapat dioperasikan lebih aman
Pembagian grup beban	6 grup	Mendukung pengawasan dan perawatan instalasi
Komponen utama	1 Smart Breaker 10A, 4 Smart Breaker 6A, 2 Smart Breaker 4A, 4 Smart Plug 10A	Menjawab kebutuhan kendali dan proteksi per grup
Estimasi biaya	Rp5.200.000	Menunjukkan implementasi layak secara ekonomis
Potensi penghematan energi	15–20% per bulan	Meningkatkan efisiensi penggunaan listrik rumah tangga

B. Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa instalasi listrik rumah tipe 36/72 di Perumahan Griya Lestari Tomohon memiliki beban terpasang sebesar 2.190 watt dengan arus total 9,95 ampere, sedangkan daya PLN yang tersedia hanya 1.300 VA. Kondisi ini menegaskan bahwa sistem eksisting belum memadai untuk mendukung seluruh peralatan rumah tangga secara bersamaan, sehingga rekomendasi penambahan daya menjadi 2.200 VA merupakan langkah yang logis dan aman. Temuan tersebut sejalan dengan pandangan bahwa smart home berbasis IoT harus diawali oleh perencanaan kapasitas beban yang tepat, karena efektivitas otomasi rumah tidak akan tercapai bila sumber daya listrik tidak disesuaikan dengan kebutuhan riil penghuni (Al-Fuqaha et al., 2015). Dengan demikian, hasil ini menjawab masalah utama penelitian, yaitu bagaimana merencanakan instalasi listrik smart home yang sesuai dengan kondisi rumah dan standar keselamatan yang berlaku.

Pembagian beban ke dalam enam grup juga memperlihatkan bahwa struktur instalasi disusun berdasarkan fungsi dan karakteristik penggunaan peralatan. Grup pencahayaan, stop kontak umum, stop kontak dapur, AC, kulkas dan mesin cuci, serta pompa air dan setrika mencerminkan pemisahan beban yang lebih terukur dibanding instalasi konvensional. Pendekatan ini selaras dengan prinsip pengelolaan energi rumah modern, di mana visibilitas pada tingkat grup atau perangkat menjadi dasar untuk efisiensi, pemantauan, dan pengambilan keputusan penggunaan listrik yang lebih bijak (Ahmad et al., 2024; Verde Romero et al., 2024). Di sisi lain, hasil ini juga mendukung temuan penelitian terdahulu bahwa smart plug dan smart breaker sangat efektif untuk memberikan kontrol yang lebih spesifik terhadap beban rumah tangga, terutama pada peralatan yang sering digunakan dan memiliki potensi pemborosan energi (Nugroho et al., 2021; Poyyamozhi et al., 2024). Dalam konteks tersebut, pembagian grup dalam penelitian ini bukan hanya memenuhi aspek teknis, tetapi juga berperan sebagai mekanisme kontrol yang memudahkan monitoring dan perawatan instalasi.

Hasil pemilihan komponen Bardi memperkuat kelayakan rancangan ini. Penggunaan 1 Smart Breaker 10A sebagai pengaman utama, 4 Smart Breaker 6A, 2 Smart Breaker 4A, dan 4 Smart Plug 10A menunjukkan bahwa spesifikasi perangkat telah diselaraskan dengan hasil perhitungan arus per grup. Smart Breaker utama 10A dipilih karena arus total 9,95A masih berada di bawah kapasitasnya, sedangkan pembagian kapasitas 6A dan 4A pada grup cabang menyesuaikan karakteristik masing-masing

beban. Ini sejalan dengan kajian smart electrical systems yang menekankan bahwa pemilihan pengaman dan perangkat kontrol harus mempertimbangkan arus nominal, fleksibilitas pemantauan, dan kompatibilitas dengan panel eksisting (Matta et al., 2026; Wang et al., 2023). Selain itu, spesifikasi Bardi yang mencakup monitoring daya, kontrol jarak jauh, penjadwalan, dan proteksi beban lebih menunjukkan bahwa perangkat ini tidak hanya berfungsi sebagai pengaman, tetapi juga sebagai alat manajemen energi rumah tangga yang terintegrasi (Vardakis et al., 2024; Murat et al., 2024).

Dari sisi implementasi fisik, diagram satu garis dan tata letak komponen yang dihasilkan memberi gambaran operasional yang jelas bagi teknisi maupun penghuni. Smart Plug ditempatkan pada beban penting seperti TV, kulkas, dan dispenser, sedangkan Smart Breaker diposisikan pada panel distribusi untuk mengendalikan grup beban. Rancangan ini sejalan dengan temuan bahwa tingkat keberhasilan smart home sangat dipengaruhi oleh kemudahan instalasi, kejelasan antarmuka, dan tingkat kompatibilitas dengan sistem yang sudah ada (Pliatsikas & Economides, 2022; Valencia-Arias et al., 2023). Selain itu, literatur adopsi smart home menegaskan bahwa penghuni cenderung menerima teknologi yang memberikan manfaat nyata, mudah digunakan, dan tidak terlalu mengganggu kebiasaan penggunaan rumah tangga sehari-hari (Schuurmans et al., 2021; Strzelecki et al., 2024). Dengan demikian, tata letak yang disusun dalam penelitian ini tidak hanya menjawab kebutuhan teknis, tetapi juga mendukung penerimaan pengguna di lapangan.

Hasil estimasi biaya sebesar Rp5.200.000 juga penting dibahas karena menunjukkan bahwa rancangan smart home ini masih berada dalam batas investasi yang relatif terjangkau untuk rumah tinggal. Komponen terbesar berasal dari Smart Breaker, Smart Plug, jasa instalasi, dan biaya tambah daya PLN. Secara ekonomi, struktur biaya ini masuk akal karena implementasi smart home memang memerlukan investasi awal yang lebih tinggi daripada instalasi konvensional, tetapi biaya tersebut dapat dikompensasi oleh efisiensi energi jangka panjang. Studi mutakhir mengenai manajemen energi cerdas menegaskan bahwa penghematan melalui pemantauan, penjadwalan, dan pengendalian beban dapat memberi dampak ekonomi yang nyata, terutama bila perilaku pengguna ikut berubah menjadi lebih hemat energi (Khan et al., 2024; Latoń et al., 2024). Karena itu, hasil estimasi biaya dalam penelitian ini memberikan dasar yang lebih rasional bagi penghuni untuk menimbang biaya awal terhadap manfaat operasional dan potensi penghematan.

Dari perspektif keselamatan, hasil penelitian ini juga konsisten dengan prinsip PUIL 2011. Pembagian grup beban, pemilihan pengaman sesuai kapasitas, dan penyesuaian penghantar dengan arus nominal pengaman menunjukkan bahwa perancangan tidak dilakukan secara improvisatif, melainkan mengikuti kaidah instalasi yang aman. Pendekatan ini relevan dengan literatur keamanan smart home yang menyoroti pentingnya proteksi perangkat, keandalan jaringan, serta pengendalian risiko pada sistem berbasis IoT (Sebestyen et al., 2025; Vardakis et al., 2024). Di sisi lain, keberadaan fitur monitoring real time dan notifikasi pada Bardi memperkuat aspek pencegahan dini ketika terjadi beban lebih atau gangguan pada sirkuit tertentu, sehingga sistem lebih responsif dibandingkan MCB konvensional. Hal ini menunjukkan bahwa penelitian tidak hanya menghasilkan desain teknis, tetapi juga memperhatikan aspek keselamatan operasional dan keberlanjutan penggunaan.

Implikasi penelitian ini cukup luas. Bagi penghuni, rancangan ini memberi panduan konkret untuk mengelola energi rumah secara lebih efisien dan aman. Bagi teknisi, hasil penelitian menjadi acuan instalasi yang lebih sistematis karena sudah dilengkapi pembagian grup, spesifikasi perangkat, dan estimasi biaya. Bagi pengembang perumahan, studi ini dapat menjadi dasar untuk mengintegrasikan instalasi smart home sebagai nilai tambah properti. Secara akademik, penelitian ini memperkaya kajian tentang penerapan IoT pada rumah tinggal di Indonesia, khususnya pada konteks rumah tipe 36/72 dengan daya terbatas dan lingkungan perbukitan. Dengan demikian, hasil penelitian ini bukan hanya menjawab rumusan masalah, tetapi juga mencapai tujuan penelitian untuk menghasilkan dokumen perencanaan instalasi listrik smart home berbasis IoT yang komprehensif, kontekstual, dan aplikatif.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan instalasi listrik smart home berbasis IoT menggunakan Bardi di Perumahan Griya Lestari Tomohon, dapat disimpulkan bahwa rancangan yang disusun telah menjawab tujuan penelitian secara jelas. Beban listrik total rumah tipe 36/72 mencapai 2.190 watt dengan arus 9,95 ampere, sehingga daya terpasang 1.300 VA dinilai belum memadai dan perlu ditingkatkan menjadi 2.200 VA agar sistem bekerja aman dan stabil. Perencanaan juga berhasil membagi beban ke dalam enam grup, memilih spesifikasi Bardi Smart Breaker dan Smart Plug yang sesuai, menyusun diagram satu garis, menata posisi komponen dalam rumah, serta menghitung estimasi biaya implementasi sebesar Rp5.200.000. Dengan demikian, rancangan

ini telah memenuhi prinsip keselamatan PUIL 2011 sekaligus memberikan potensi efisiensi energi melalui monitoring, kontrol jarak jauh, dan penjadwalan perangkat.

Adapun rekomendasinya, penghuni rumah disarankan melakukan penambahan daya sebelum pemasangan sistem agar operasi beban tidak melebihi kapasitas. Pengguna juga perlu memastikan koneksi Wi-Fi stabil, terutama karena lokasi perumahan berada di area perbukitan, serta memanfaatkan fitur jadwal dan monitoring pada aplikasi Bardi untuk menekan pemborosan energi. Bagi pengembang perumahan, hasil penelitian ini dapat menjadi acuan untuk mulai mempertimbangkan instalasi smart home sebagai nilai tambah pada rumah baru. Sementara itu, peneliti selanjutnya disarankan melakukan implementasi fisik dan pengujian kinerja aktual agar tingkat penghematan energi dan keandalan sistem dapat diukur secara lebih empiris..

REFERENSI

- Ahmad, S. S., Almasalha, F., Qutqut, M. H., & Hijjawi, M. (2024). Centralized smart energy monitoring system for legacy home appliances. *Energy Informatics*, 7, 29. <https://doi.org/10.1186/s42162-024-00334-2>
- Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). Internet of Things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 17(4), 2347–2376. doi:10.1109/COMST.2015.2444095.
- Khan, M. A., Sabahat, Z., Farooq, M. S., Saleem, M., Abbas, S., Ahmad, M., Mazhar, T., Shahzad, T., & Saeed, M. M. (2024). Optimizing smart home energy management for sustainability using machine learning techniques. *Discover Sustainability*, 5, 430. <https://doi.org/10.1007/s43621-024-00681-w>
- Latoń, D., Grela, J., & Ożadowicz, A. (2024). Applications of deep reinforcement learning for home energy management systems: A review. *Energies*, 17(24), 6420. <https://doi.org/10.3390/en17246420>
- Mamahit, C. (2024). Rumah Pintar dengan Lampu Kontrol Suara Menggunakan Arduino Uno R3. *Electrician: Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro*, 18(2), 144-152. <https://doi.org/10.23960/elc.v18n2.2567>
- Matta, C., Pinna, S., Ortu, S., Parodo, F., Giusto, D., & Anedda, M. (2026). A survey on IoT-based

- smart electrical systems: An analysis of standards, security, and applications. *Energies*, 19(4), 965. <https://doi.org/10.3390/en19040965>
- Murat, K., Topyła, D., Zdulski, K., Marzęcki, M., Bieniasz, J., Paczesny, D., & Szczypiorski, K. (2024). Security analysis of low-budget IoT smart home appliances embedded software and connectivity. *Electronics*, 13(12), 2371. <https://doi.org/10.3390/electronics13122371>
- Nelwan, A., Manembu, P., Wauran, A., Manoppo, F., Mamahit, C. (2023). Wireless Residential Electric Controller Using Arduino Uno and Bluetooth Module HC 05. *JURNAL EDUNITRO Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 3(1), 9–18. <https://doi.org/10.53682/edunitro.v3i1.5408>
- Pliatsikas, P., & Economides, A. A. (2022). Factors influencing intention of Greek consumers to use smart home technology. *Applied System Innovation*, 5(1), 26. <https://doi.org/10.3390/asi5010026>
- Poyyamozi, M., Murugesan, B., Rajamanickam, N., Shorfuzzaman, M., & Aboelmagd, Y. (2024). IoT—a promising solution to energy management in smart buildings: A systematic review, applications, barriers, and future scope. *Buildings*, 14(11), 3446. <https://doi.org/10.3390/buildings14113446>
- Sebestyen, H., Popescu, D. E., & Zmaranda, R. D. (2025). A literature review on security in the Internet of Things: Identifying and analysing critical categories. *Computers*, 14(2), 61. <https://doi.org/10.3390/computers14020061>
- Strzelecki, A., Kolny, B., & Kucia, M. (2024). Smart homes as catalysts for sustainable consumption: A digital economy perspective. *Sustainability*, 16(11), 4676. <https://doi.org/10.3390/su16114676>
- Valencia-Arias, A., Cardona-Acevedo, S., Gómez-Molina, S., Gonzalez-Ruiz, J. D., & Valencia, J. (2023). Smart home adoption factors: A systematic literature review and research agenda. *PLOS ONE*, 18(10), e0292558. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0292558>
- Vardakis, G., Hatzivasilis, G., Koutsaki, E., & Papadakis, N. (2024). Review of smart-home security using the Internet of Things. *Electronics*, 13(16), 3343. <https://doi.org/10.3390/electronics13163343>
- Verde Romero, D. A., Villalvazo Laureano, E., Jimenez Betancourt, R. O., & Navarro Alvarez, E. (2024). An open source IoT edge-computing system for monitoring energy consumption in buildings. *Results in Engineering*, 21, 101875. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.101875>
- Wang, W.-C., Dwijendra, N. K. A., Sayed, B. T., Alvarez, J. R. N., Al-Bahrani, M., Alviz-Meza, A., & Cárdenas-Escrocia, Y. (2023). Internet of Things energy consumption optimization in buildings: A step toward sustainability. *Sustainability*, 15(8), 6475. <https://doi.org/10.3390/su15086475>