



Kajian Literatur Instalasi Listrik pada Bangunan Cerdas Berbasis IoT untuk Efisiensi Energi

Mochamad Levi Adilah^{1*}, I Nyoman Satya Kumara², I Wayan Sukerayasa³, I Made Arsa Suyadnya⁴

¹⁻⁴ Universitas Udayana, Indonesia

*Penulis Korespondensi: Mochamad.levi061@student.unud.ac.id¹

Abstract. *Electrical installations in smart buildings have evolved significantly from conventional systems to Internet of Things (IoT)-based systems that emphasize energy efficiency, adaptability, and environmental sustainability. This study reviews literature from the past six years in Indonesia, focusing on aspects of installation design, monitoring systems, automation, and the application of sensor and microcontroller technologies to achieve energy efficiency. Various studies indicate that the implementation of IoT in electrical systems enables real-time monitoring of power consumption, automatic load control, and integration with centralized energy management systems. This technology not only enhances user comfort but also reduces operational costs and supports energy sustainability through electricity savings of up to 50%. Moreover, the use of wireless networks and smart sensors in modern buildings can identify abnormal energy consumption patterns and provide early warnings for potential failures or energy leakage. The implementation of such systems contributes to realizing the smart building concept that is efficient, safe, and environmentally oriented. Therefore, IoT-based electrical installations hold great potential for widespread application in supporting national energy efficiency initiatives and promoting sustainable development in the digital era.*

Keywords: *Electrical installation; Energy efficiency; IoT; Smart building; System automation.*

Abstrak. Instalasi listrik pada bangunan cerdas telah mengalami perkembangan signifikan dari sistem konvensional menuju sistem berbasis Internet of Things (IoT) yang lebih efisien, adaptif, dan ramah lingkungan. Kajian ini menelaah berbagai literatur enam tahun terakhir di Indonesia dengan fokus pada aspek desain instalasi, sistem monitoring, otomatisasi, serta penerapan teknologi sensor dan mikrokontroler untuk mencapai efisiensi energi. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penerapan IoT dalam sistem kelistrikan memungkinkan pengawasan konsumsi daya secara real-time, pengaturan beban listrik secara otomatis, serta integrasi dengan sistem manajemen energi terpusat. Teknologi ini tidak hanya meningkatkan kenyamanan pengguna, tetapi juga menurunkan biaya operasional dan mendukung keberlanjutan energi melalui penghematan listrik hingga mencapai 50%. Selain itu, penggunaan jaringan nirkabel dan sensor cerdas pada bangunan modern dapat mengidentifikasi anomali konsumsi daya serta memberikan peringatan dini terhadap potensi gangguan atau kebocoran energi. Implementasi sistem ini juga berperan dalam pencapaian konsep smart building yang efisien, aman, dan berorientasi lingkungan. Dengan demikian, instalasi listrik berbasis IoT memiliki potensi besar untuk diterapkan secara luas dalam mendukung agenda efisiensi energi nasional sekaligus mewujudkan pembangunan berkelanjutan di era digital.

Kata kunci: Bangunan cerdas; Efisiensi Energi; Instalasi Listrik; IoT; Otomatisasi sistem.

1. LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi digital dan Internet of Things (IoT) telah memberikan dampak besar terhadap berbagai aspek kehidupan, termasuk pada bidang ketenagalistrikan dan manajemen bangunan. Konsep smart building muncul sebagai solusi untuk meningkatkan efisiensi energi, kenyamanan, serta keamanan penghuni melalui integrasi sistem otomatisasi dan komunikasi antar perangkat listrik (Mahendra & Prasetyo, 2021). Dalam konteks ini, sistem instalasi listrik memiliki peran krusial sebagai infrastruktur utama yang menghubungkan seluruh perangkat cerdas agar dapat bekerja secara efisien dan terkoordinasi (Wardhana, 2019).

Sistem instalasi listrik konvensional yang masih mengandalkan pengendalian manual sering kali menyebabkan pemborosan energi dan tidak efisien dalam pengoperasian. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan sistem monitoring dan otomatisasi yang mampu menyesuaikan penggunaan energi sesuai kebutuhan aktual (Zhou et al., 2020). Oleh karena itu, dibutuhkan rancangan instalasi listrik yang tidak hanya memenuhi standar keamanan dan keandalan sesuai SNI 0225:2011 dan PUIL 2011, tetapi juga mendukung integrasi teknologi berbasis IoT untuk optimalisasi penggunaan energi listrik (BSN, 2011).

Implementasi IoT dalam instalasi listrik memungkinkan pengumpulan data konsumsi daya secara real-time, pengendalian beban secara otomatis, serta analisis pola penggunaan energi untuk mencapai efisiensi maksimum. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penerapan sistem kontrol dan monitoring berbasis IoT dapat menurunkan konsumsi energi hingga 30% pada gedung komersial maupun perumahan (Rahman et al., 2022; Alamsyah & Widodo, 2020). Dengan demikian, integrasi sistem instalasi listrik modern dengan teknologi IoT menjadi langkah penting dalam mewujudkan bangunan cerdas yang hemat energi, aman, dan berkelanjutan.

Kajian literatur ini bertujuan untuk meninjau berbagai penelitian yang membahas penerapan instalasi listrik berbasis IoT pada bangunan cerdas, khususnya dalam upaya peningkatan efisiensi energi. Melalui analisis terhadap berbagai jurnal dan publikasi ilmiah, diharapkan diperoleh pemahaman komprehensif mengenai konsep, desain, serta implementasi instalasi listrik modern yang mendukung sistem smart building di era digital.

2. KAJIAN TEORITIS

Konsep Instalasi Listrik pada Gedung Modern

Instalasi listrik pada Gedung modern tidak hanya berfungsi menyalurkan energi, tetapi juga mendukung efisiensi dan pengelolaan beban listrik. Instalasi ini umumnya menggunakan panel distribusi bertingkat serta terintegrasi dengan otomasi, smart meter, dan Building Energy Management System (BEMS). Integrasi tersebut memungkinkan monitoring konsumsi daya secara real-time, analisis pola penggunaan energi, serta pengendalian beban secara otomatis untuk meningkatkan efisiensi (Zhou et al., 2020).

Selain itu, instalasi modern didesain fleksibel untuk mendukung integrasi energi terbarukan seperti panel surya dan sistem penyimpanan energi. Melalui BEMS, distribusi dan penggunaan listrik dapat diatur lebih optimal sehingga mendukung efisiensi operasional sekaligus keberlanjutan bangunan (Rahman & Huda, 2021).

Aspek Keselamatan Instalasi Listrik pada Gedung Modern

Keselamatan merupakan aspek utama dalam perancangan instalasi listrik pada gedung modern. Instalasi harus memenuhi standar keamanan untuk mencegah risiko korsleting, kebakaran, maupun sengatan listrik. Mengacu pada SNI 0225:2011, instalasi wajib dilengkapi dengan proteksi arus lebih menggunakan MCB atau MCCB, serta proteksi kebocoran arus dengan ELCB atau RCD. Selain itu, sistem pembumian (grounding) sangat penting untuk menyalurkan arus gangguan sehingga peralatan dan penghuni gedung tetap terlindungi.

Pada gedung modern, sistem proteksi ditingkatkan melalui penggunaan sensor arus bocor, pemutus sirkuit otomatis, dan monitoring digital yang mampu memberikan peringatan dini ketika terjadi anomali beban listrik (Zhou et al., 2020). Integrasi proteksi ini dengan Building Energy Management System (BEMS) memungkinkan pengelola melakukan pemantauan dan pengendalian jarak jauh, sehingga meningkatkan keandalan sistem dan respons terhadap kondisi darurat. Dengan penerapan sistem keselamatan yang terstandarisasi dan berbasis teknologi, instalasi listrik pada gedung modern tidak hanya menjamin keamanan pengguna, tetapi juga mendukung keberlanjutan operasional bangunan.

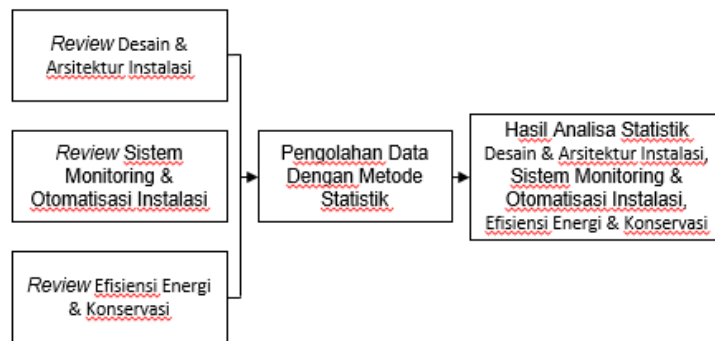
Efisiensi Energi dan Konservasi pada Gedung Modern

Efisiensi energi dan konservasi menjadi fokus utama dalam perancangan gedung modern seiring meningkatnya kebutuhan energi global. Konsep efisiensi energi menekankan pada penggunaan daya listrik secara optimal untuk mengurangi pemborosan tanpa mengorbankan kenyamanan maupun fungsi bangunan. Upaya ini diwujudkan melalui penerapan teknologi hemat energi seperti lampu LED, sistem HVAC berdaya rendah, serta peralatan berlabel efisiensi tinggi (Santoso, 2020).

Selain itu, konservasi energi mencakup strategi pengelolaan yang lebih luas, termasuk integrasi Building Energy Management System (BEMS) untuk memantau konsumsi listrik secara real-time, serta pemanfaatan energi terbarukan seperti panel surya dan sistem penyimpanan energi (Li & Wen, 2019). Penerapan kebijakan konservasi energi juga didukung oleh regulasi pemerintah, misalnya PP No. 33 Tahun 2023 tentang konservasi energi, yang mewajibkan sektor bangunan dengan konsumsi besar untuk melaksanakan manajemen energi secara sistematis. Dengan demikian, efisiensi dan konservasi energi pada gedung modern tidak hanya mengurangi biaya operasional, tetapi juga berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini meninjau penerapan dan implementasi sistem instalasi listrik pada bangunan cerdas (*smart building*) dari berbagai penelitian dalam kurun waktu enam tahun terakhir di Indonesia. Fokus kajian diarahkan pada bagaimana instalasi listrik dirancang dan diintegrasikan dengan teknologi modern, termasuk penggunaan panel distribusi, sensor, perangkat kontrol, serta integrasi dengan sistem otomasi gedung. Metode yang digunakan bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai perkembangan instalasi listrik pada *smart building*, yang meliputi aspek desain, integrasi perangkat, serta ruang lingkup penerapannya dalam mendukung efisiensi energi dan pengelolaan daya. Kerangka pemikiran studi ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Kerangka Literatur Review

Penelitian ini menelaah data sekunder yang diperoleh dari jurnal, *prosiding*, dan sumber informasi lain yang membahas mengenai instalasi listrik pada sistem bangunan cerdas. Data yang dikumpulkan meliputi aspek desain dan arsitektur instalasi, penerapan sistem monitoring serta otomatisasi, dan juga upaya efisiensi energi yang diterapkan. Selanjutnya, data tersebut dianalisis secara statistik untuk memperoleh kesimpulan mengenai konsep desain, sistem monitoring, dan strategi efisiensi energi yang paling banyak digunakan dalam instalasi listrik gedung modern.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan kajian yang dilakukan, diperoleh hasil bahwa topik mengenai instalasi listrik pada bangunan cerdas telah banyak dibahas dalam berbagai literatur. Ringkasan pembahasan dari masing-masing literatur ditampilkan pada Tabel 1, yang mencakup kajian pada setiap sub bab terkait instalasi yang telah ditelaah.

Tabel 1. Rangkuman Penelitian Pada Referensi Paper Bangunan Cerdas

Peneliti & Topik	Metode & Lingkungan	Komponen Instalasi & Ruang Lingkup Sistem
Butsianto & Faisal (2019) Penerapan instalasi listrik pada <i>smart home</i>	Rancang bangun sistem <i>prototype</i> Rumah tinggal dengan instalasi lampu konvensional yang dikembangkan menjadi kontrol jarak jauh via web & <i>smartphone</i> .	Wemos D1 Mini, relay, dan kontrol berbasis web. Ruang lingkup: lampu kontrol jarak jauh, pencatatan energi, serta efisiensi konsumsi listrik.
Tjandi & Zulhajji (2019) Sistem kendali hemat energi pada gedung bertingkat.	Rancang bangun sistem dengan eksperimen langsung. Gedung bertingkat dengan panel kontrol, beban lampu, KKB/KKK, pompa air, dan monitoring IoT.	Panel kontrol, MCB 2A, relay board, Raspberry Pi, (sensor PIR, ultrasonik, asap), webcam. Ruang lingkup: Monitoring dan kendali, serta efisiensi energi dengan kontrol jarak jauh.
Haniifah et al. (2020) Kontrol dan monitoring dengan <i>Building Automation System</i> (BAS).	Membuat simulasi instalasi listrik dengan pendekatan BAS. Gedung asrama yang dimodifikasi menjadi monitoring & kontrol otomatis via web dan SMS <i>gateway</i> .	MCB 10A, Arduino Mega 2560, relay, sensor PZEM-004T, ESP-01, SIM800L, <i>buck converter</i> , <i>power [4]supply</i> , web & <i>smartphone</i> . Ruang lingkup: Monitoring <i>real-time</i> , kontrol otomatis, efisiensi energi, dan keamanan terpusat.
Akh. Farid (2017) Sistem monitoring dan kontroling pada <i>smart building</i> .	Metode: rancang bangun prototipe <i>embedded system</i> . Simulasi instalasi gedung dengan lampu, sensor cahaya, suhu & kelembapan, dikendalikan via web & <i>smartphone</i> .	Arduino Mega2560, sensor DHT11, LDR, ESP8266, <i>relay</i> , <i>power supply</i> , LCD. Ruang lingkup: Monitoring konsumsi energi serta kontrol jarak jauh via web & <i>smartphone</i>
Tjandi & Zulhajji (2023) Sistem kontrol hemat energi berbasis IoT.	ancang bangun <i>prototype</i> IoT dengan data dari wawancara, literatur, dan pengukuran perangkat. Rangkaian lampu, kotak kontak, KKB/KKK dengan relay & Raspberry Pi.	MCB 4A, relay board, saklar, lampu, KKB/KKK, Raspberry Pi, router, akses point, <i>smartphone</i> , webcam, adaptor. Ruang lingkup: Monitoring & kontrol lampu/KKB/MCB via <i>smartphone</i> , proteksi otomatis hubung singkat, kontrol jarak jauh melalui internet.
Rahman et al. (2024) Sistem IoT untuk monitoring penggunaan energi listrik pada <i>smart building</i> .	Studi lapangan, wawancara, observasi, literatur, serta perancangan & uji alat monitoring. <i>smart home</i> dengan sensor untuk memantau konsumsi listrik ditampilkan via LCD & MQTT.	Sensor (PZEM-004T, arus CT), ESP32, panel kontrol, LCD, stop kontak, aplikasi MQTT. Ruang lingkup: Monitoring <i>real-time</i> konsumsi & biaya via LCD/MQTT, notifikasi lonjakan energi, dan dukungan efisiensi energi.
Muharam et al. (2018) Sistem Kendali Jarak Jauh Berbasis Web untuk Sistem Rumah Pintar.	Perancangan arsitektur <i>smart home</i> berbasis IoT & NCS dengan Raspberry Pi, relay, dan <i>software Python</i> , HTML, PHP. Model rumah pintar dengan 7 lampu, 1 kipas, 1 <i>buzzer</i> , 1 motor servo.	Raspberry Pi 3B, <i>relay board</i> , motor servo pintu garasi, adaptor 5V/12V, Python & HTML/PHP. Ruang lingkup: Kontrol melalui web lokal, monitoring beban, uji kestabilan jaringan, serta potensi integrasi <i>multi-user</i> & sensor keamanan.

Nurwijayanti & Basyir (2022) Sistem keamanan pintu ruangan otomatis.	Rancang bangun sistem keamanan pintu otomatis berbasis RFID, NodeMCU ESP8266, sensor IR, dengan notifikasi Telegram. Ruang kantor.	NodeMCU ESP8266, RFID RC522, PCB <i>Door Lock IoT</i> , LCD, sensor IR, adaptor, solenoid <i>door lock</i> , keypad 4×4. Ruang lingkup: Instalasi akses pintu berbasis RFID & IR, kontrol keluar-masuk, notifikasi Telegram, <i>monitoring</i> jarak jauh, dan uji kinerja.
Firmansyah & Syofian (2024) Sistem Gudang Cerdas untuk Pemantauan Lingkungan Gudang.	Pengembangan sistem <i>Waterfall</i> dengan sensor, aktuator, NodeMCU ESP8266, dan <i>web app</i> untuk pemantauan <i>real-time</i> . <i>Prototype</i> gudang untuk <i>monitoring</i> suhu, kelembapan, cahaya, gas, gerakan, kebakaran, serta kontrol lampu, kipas, dan alarm.	NodeMCU ESP8266, sensor DHT21, BH1750, MQ-135, PIR, KY-026, <i>relay</i> , <i>buzzer</i> , lampu, kipas, <i>dashboard web</i> . Ruang lingkup: <i>Monitoring</i> secara <i>real-time</i> , kontrol beban, notifikasi Telegram, penyimpanan data, serta uji respons sensor.
Putra & Hakim (2018) Sistem kendali lampu cerdas pada smarthome.	Rancang bangun kendali lampu Android berbasis fuzzy Sugeno dengan aplikasi Android, Wemos Wi-Fi, Arduino, dan fuzzy MATLAB. Lampu rumah dengan dua sensor lux (dalam & luar).	Arduino, Wemos D1 Mini Pro, 2 sensor lux, <i>dimmer</i> , aplikasi Android, MATLAB. Ruang lingkup: Kontrol jarak jauh melalui <i>smartphone</i> serta potensi pengembangan ke perangkat lain & <i>webserver</i> jarak jauh.
Purnawan & Rosita (2019) Sistem <i>smart home</i> .	Rancang bangun <i>smart home client-server</i> berbasis NodeMCU ESP8266 v3 dengan <i>interface</i> Telegram. Rumah, diuji pada jarak 1 m–151 km, baik <i>indoor</i> maupun <i>outdoor</i> dengan berbagai <i>obstacle</i> .	NodeMCU ESP8266 v3, sensor DS18B20, MQ-2, relay lampu, kipas, LCD, modem, Telegram. Ruang lingkup: Kontrol lampu melalui Telegram, kipas otomatis, deteksi gas dengan notifikasi, serta uji komunikasi jarak jauh (151 km), kualitas sinyal, dan QoS (<i>throughput</i> , <i>loss</i> , <i>delay</i>).
Suprianto et al. (2024) Sistem otomatisasi kelistrikan untuk penghematan konsumsi daya listrik.	Rancang bangun dan uji otomatisasi kelistrikan IoT dengan tiga mode (manual, otomatis, penjadwalan) dan <i>monitoring</i> via aplikasi Blynk. Maket tiga ruangan dengan 7 beban (18 W)	ESP32, PZEM004T, 9 PIR, RTC, TRIAC, kontaktor, CT, MCB, panel kontrol, <i>power supply</i> , aplikasi Blynk. Ruang lingkup: Kontrol jarak jauh/otomatis/terjadwal, <i>monitoring real-time</i> , efisiensi energi.
Azwar Riza Habibi (2023) Implementasi <i>Building Automation System</i> (BAS).	Rancang bangun <i>prototype</i> dan pembuatan aplikasi web <i>monitoring real-time</i> . Diterapkan di gedung bertingkat.	Raspberry Pi, sensor SHT11, PIR, MQ-2, PZEM-004T, relay, web app & Telegram. Ruang lingkup: <i>Monitoring</i> secara <i>real-time</i> , kontrol lampu/perangkat otomatis, notifikasi alarm Telegram, penyimpanan data di <i>dashboard</i> , serta potensi pengembangan sensor.
Pratama & Astutik (2024) Optimalisasi sistem pengendalian HVAC pada <i>smart building</i> .	Rancang bangun <i>prototype</i> otomatisasi HVAC berbasis ESP32. <i>Prototype</i> rumah kos bertingkat dengan uji sensor, blower otomatis	ESP32, sensor DHT11, LDR, <i>Flame</i> , <i>blower</i> , lampu, <i>buzzer</i> , Blynk. Ruang lingkup: <i>Monitoring real-time</i> , kontrol otomatis, efisiensi

	>31 °C, serta <i>buzzer</i> alarm kebakaran.	energi, potensi pengembangan ke pemantauan energi rumah tangga.
Anugraha et al. (2023) Sistem monitoring suhu dan kelembaban.	Rancang bangun dengan pengujian eksperimental. Stasiun meteorologi, instalasi sensor suhu & kelembapan dikembangkan dari sistem manual menjadi otomatis berbasis web & SMS.	NodeMCU ESP8266, sensor DHT11/DHT22, baterai, MySQL, <i>web interface</i> , modul SMS. Ruang lingkup: <i>Monitoring real-time</i> via web & SMS, pencatatan data otomatis, dan peningkatan efisiensi energi.
Susanto & Purwoko (2023) Proyek Kantor Mitra Surya dengan Pendalaman <i>Smart Building System</i> .	Perancangan arsitektur & simulasi (tipologi objek, tematik, analisis tapak, simulasi pencahayaan <i>Dialux</i>). Kantor dengan integrasi <i>smart building</i> untuk efisiensi pencahayaan & penghawaan.	<i>Louvers, smart lighting & motion detector, smart AC</i> , LDR, LM35, ATmega16, <i>driver</i> motor DC. Ruang lingkup: Monitoring dengan otomatisasi lampu dan AC, kontrol via <i>smartphone</i> , serta sensor berbasis kondisi ruangan untuk efisiensi energi.
Prasiska & Rahmani (2021) Uji kontrol sistem penerangan gedung non-IoT.	Rancang bangun prototipe & uji eksperimental dengan 12 skenario. Gedung bertingkat dengan sistem kontrol lampu berbasis <i>Wi-Fi</i> tanpa internet.	<i>Wemos D1 Mini, relay 4-channel</i> , lampu LED 5W, <i>smartphone</i> , <i>access point Wi-Fi</i> , Arduino IDE, web server Android. Ruang lingkup: Kontrol penerangan gedung dengan melalui <i>smartphone</i> , uji jarak 2–12 m, serta evaluasi gangguan sinyal <i>Wi-Fi</i> .
Ridwan et al. (2024) Sistem kontrol suhu ruangan cerdas.	Uji coba <i>prototype</i> Arduino dengan <i>fuzzy logic</i> . Ruangan dengan 30 skenario (suhu, kelembapan, CO ₂ , jumlah penghuni) untuk uji kontrol suhu & konsumsi energi.	Arduino Mega 2560, sensor DHT22, MQ-135, PIR, motor kipas, <i>relay</i> , <i>servo</i> , ESP8266, HC-05, Blynk. Ruang lingkup: Kontrol suhu & ventilasi dengan <i>monitoring real-time</i> , kontrol kipas berbasis sensor & <i>fuzzy logic</i> , serta efisiensi energi $\pm 30\%$ dibanding sistem konvensional.
Simanjuntak & Dethan (2025) Sistem cerdas pemantauan dan kontrol beban listrik satu phasa.	Rancang bangun prototipe IoT. Bangunan rumah tangga dengan asumsi koneksi internet stabil.	PZEM-004T, <i>NodeMCU</i> ESP8266, <i>relay 4-channel</i> , adaptor 12V, <i>buck converter</i> , aplikasi Blynk. Ruang lingkup: <i>Monitoring real-time</i> , kontrol beban jarak jauh, serta efisiensi energi.
Maulana et al. (2025) Desain Rumah Pintar dengan Konsep <i>Internet of Things</i> .	Perancangan & simulasi dengan <i>Cisco Packet Tracer</i> dan <i>Tinkercad</i> . Simulasi <i>smarthome</i> .	<i>Arduino Uno</i> , motor DC, <i>buzzer</i> , LED, <i>push button/reed switch</i> , <i>servo</i> , <i>sprinkler</i> , <i>Home Gateway</i> . Ruang lingkup: Kontrol otomatis/manual perangkat, <i>monitoring real-time</i> via <i>smartphone</i> , serta evaluasi efisiensi energi & keamanan.
Rahmada et al. (2025) Teknologi IoT dalam peningkatan kenyamanan dan efisiensi ruang kelas.	Rancang bangun <i>prototype</i> & pelatihan pemanfaatan IoT. Ruang kelas dengan pencahayaan terbatas & suhu tinggi	ESP8266, sensor DHT11, <i>relay</i> , kipas, lampu, adaptor, <i>Arduino IoT Cloud</i> .

		Ruang lingkup: Kontrol otomatis berbasis sensor, <i>monitoring real-time</i> , serta efisiensi energi.
Saputri et al. (2024) Optimasi energi dengan IoT dan fuzzy logic pada AC <i>Smart</i> .	Studi kasus & rancang bangun <i>Smart AC</i> berbasis ESP32 dan sensor DHT22 dengan <i>fuzzy Mamdani</i> . Gedung bertingkat	ESP32, sensor DHT22, Blynk, <i>fuzzy Mamdani</i> . Ruang lingkup: <i>Monitoring</i> suhu-kelembapan <i>real-time</i> , kontrol pendinginan otomatis, efisiensi energi $\pm 4\%$, dengan batasan akurasi sensor & koneksi internet.
Patabo et al. (2024) Sistem kontrol lampu ruangan berbasis IoT.	Rancang bangun sistem melalui desain, pembuatan <i>hardware-software</i> , dan pengujian dengan integrasi <i>Arduino IoT Cloud</i> . Diuji di lab untuk kontrol empat lampu via Android, PC, atau laptop melalui <i>Wi-Fi</i> /Internet.	<i>NodeMCU</i> ESP8266, relay 5V, lampu, kabel USB, saklar manual, serta <i>Arduino Cloud dashboard</i> . Ruang lingkup: Kontrol lampu melalui <i>IoT Arduino Cloud</i> , dengan opsi saklar manual saat internet terganggu, serta <i>monitoring</i> status lampu <i>real-time</i> .
Saputri et al. (2025) Sistem <i>Smart Air Conditioner</i> berbasis IoT.	Eksperimen melalui perancangan, implementasi, dan evaluasi sistem berbasis sensor Gedung Kampus pada ruangan dengan kebutuhan energi tinggi.	Sensor suhu-kelembapan, <i>aktuator AC</i> , <i>mikrokontroler</i> , <i>Raspberry Pi</i> , platform Blynk, dan MQTT. Ruang lingkup: <i>Monitoring</i> suhu-kelembapan <i>real-time</i> dan kontrol AC otomatis/manual via Blynk, dengan efisiensi energi serta stabilitas sistem yang layak diterapkan pada gedung pendidikan.
Kusumaningrum et al. (2024) Implementasi <i>healthy building</i> berbasis <i>Internet of Things</i> .	Pendekatan NDLC (analisis hingga pengelolaan) dengan integrasi sensor <i>Tuya</i> dan platform <i>HomeAssistant</i> untuk otomatisasi dan pemantauan. Bangunan sekolah	Sensor <i>Tuya</i> (suhu, kelembapan, <i>smart plug</i>), <i>Smart CCTV</i> , <i>Smart Wall Switch</i> , <i>HomeAssistant</i> pada SBC, jaringan nirkabel & VLAN, serta <i>dashboard</i> tablet. Ruang lingkup: <i>Monitoring</i> suhu, kelembapan, keamanan, pencahayaan, dan konsumsi listrik secara <i>real-time</i> , dengan kontrol lampu otomatis/jadwal dan dukungan integrasi sensor <i>Tuya</i> untuk pengembangan sistem.
Hareva et al. (2020) Optimalisasi penggunaan pendingin ruangan sistem kelas cerdas berbasis IoT.	Rancang bangun pengendali AC berbasis <i>IoT</i> dengan sensor PIR/laser untuk deteksi orang, sensor suhu-kelembapan, dan <i>infrared</i> ; data dikirim ke <i>Firebase</i> dan dikontrol lewat aplikasi Android. Ruang kelas $7 \times 5 \times 2,5$ m ³ dengan dua unit AC ($\frac{1}{2}$ PK) sesuai jadwal kelas dan jumlah siswa.	<i>NodeMCU</i> ESP8266, sensor PIR, sensor laser, sensor DHT11, modul <i>infrared</i> , relay, <i>Firebase Cloud</i> , aplikasi Android. Ruang lingkup: Kontrol AC berbasis <i>IoT</i> untuk mengatur nyala/mati sesuai jadwal dan keberadaan siswa, <i>monitoring</i> suhu-kelembapan serta jumlah orang, dengan hasil penghematan energi signifikan dan akurasi sensor laser lebih tinggi dibanding PIR.
Darmawan et al. (2023) Sistem otomatis bangunan pintar.	Rancang bangun melalui desain <i>hardware</i> (ESP32, relay, sensor), <i>software Node-Red</i> , integrasi, dan pengujian.	ESP32 Devkit v1, sensor DHT11, sensor LDR, relay, kipas DC, lampu LED, router Tenda N301, <i>dashboard Node-Red</i> .

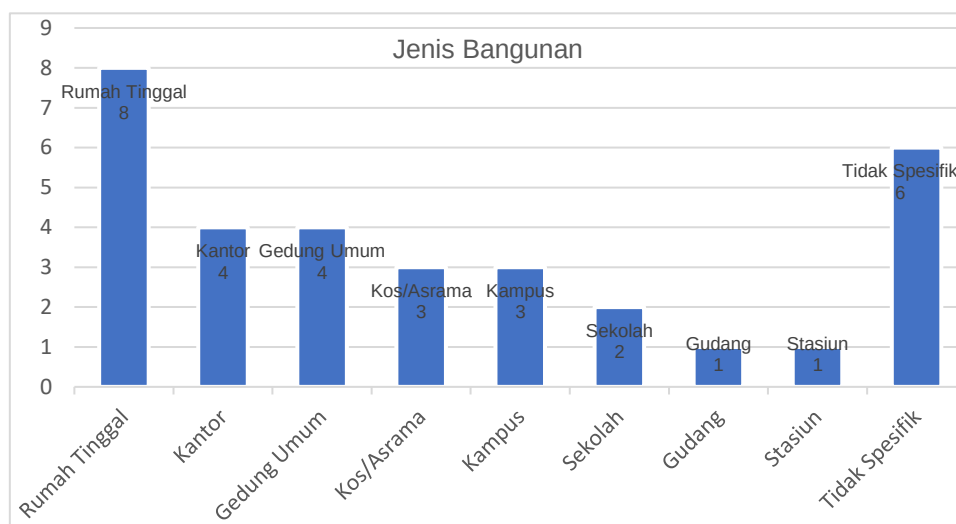
	<i>prototype</i> rumah kos 3 lantai dengan sensor cahaya, suhu, dan kelembapan untuk kontrol otomatis lampu dan blower.	Ruang lingkup: Kontrol lampu otomatis berbasis cahaya dan blower berbasis suhu, dengan <i>monitoring</i> suhu–kelembapan via <i>Node-Red</i> , sistem hemat energi, responsif, dan mengurangi <i>human error</i> .
Sujadi et al. (2019) <i>Smart Office System</i> Berbasis IoT pada <i>Building Automation System</i> .	Rancang bangun <i>prototype</i> menggunakan metodologi <i>Waterfall</i> dan RUP. Simulasi kantor dengan fokus pada efisiensi energi, keamanan, dan kenyamanan melalui otomasi IoT.	Arduino Mega2560, Raspberry Pi, sensor RFID, LDR, DHT11, <i>soil moisture</i> , HC-SR04, <i>relay</i> , LCD, motor <i>servo</i> , <i>buzzer</i> , LED, <i>Bluetooth</i> HC-05, dan <i>Ethernet Shield</i> . Ruang lingkup: Sistem BAS untuk kontrol lampu, suhu, dan akses pintu, <i>smart garden</i> dengan penyiraman otomatis, robot <i>line follower</i> untuk keamanan, serta integrasi IoT dengan kontrol jarak jauh via Android dan <i>Cayenne</i> .
Wisaksono et al. (2020) Sistem pemantauan dan pengendalian penggunaan energi pada gedung bertingkat.	Penelitian pengembangan dengan perancangan blok sistem, rangkaian kontrol– <i>monitoring</i> , <i>software</i> , pemasangan komponen, dan integrasi <i>hardware–software</i> berbasis <i>IoT</i> . Gedung bertingkat dengan <i>monitoring</i> secara <i>real-time</i> melalui aplikasi Blynk di <i>smartphone</i> .	<i>NodeMCU</i> ESP8266, sensor arus PZEM-004T, <i>modul relay</i> , <i>power supply</i> , panel akrilik, LCD, <i>database</i> , aplikasi <i>Blynk</i> . Ruang lingkup: <i>Monitoring</i> energi tiap lantai dan kontrol <i>ON/OFF</i> beban via <i>Blynk</i> , dengan komunikasi serial berjajar untuk kestabilan serta akurasi tinggi hingga 99%+ dan jangkauan 31 km.
Rahman et al. (2024) Sistem pemantauan energi penggunaan listrik pada bangunan pintar.	Eksperimen melalui studi lapangan, perancangan, pengujian, dan analisis, dengan ESP32 dan protokol MQTT untuk pemantauan jarak jauh. <i>Smarthome</i> dengan sensor pada panel utama dan peralatan penting untuk pemantauan energi <i>real-time</i> .	ESP32, sensor PZEM04T, <i>relay</i> , LCD, <i>buzzer</i> , protokol MQTT, kerangka alat 40×30 cm. Ruang lingkup: <i>Monitoring</i> energi listrik <i>real-time</i> dengan proteksi beban berlebih, kontrol arus otomatis via <i>relay</i> , serta perhitungan biaya listrik bulanan untuk rumah hingga industri.
Albanna et al. (2021) Kajian instalasi listrik dalam bangunan cerdas.	Rancang bangun sistem disertai pengukuran fisis. <i>Prototype</i> ruang dengan beban motor DC dan lampu 100W.	Sensor arus ACS741, modul kontrol ESP8266, panel kendali, beban lampu dan motor DC. Ruang lingkup: <i>Monitoring</i> konsumsi energi dan kendali <i>on/off</i> otomatis untuk meningkatkan efisiensi penggunaan listrik.

Berdasarkan kajian literatur dari berbagai jurnal, *prosiding*, dan publikasi terkait instalasi listrik pada bangunan cerdas, dapat disimpulkan bahwa perkembangan instalasi modern berfokus pada tiga aspek utama, yaitu desain dan arsitektur instalasi, sistem monitoring serta otomatisasi, dan efisiensi energi.

Desain dan Arsitektur Instalasi

Instalasi listrik pada bangunan modern didesain untuk fleksibel, modular, dan terintegrasi dengan sistem otomasi. Panel distribusi bertingkat dipadukan dengan *smart devices* seperti sensor arus, sensor tegangan, serta relay digital yang memudahkan kontrol. Beberapa penelitian menekankan pentingnya desain instalasi yang mengacu pada PUIL 2011 dan SNI 0225:2011 agar tetap sesuai standar nasional, sekaligus memungkinkan integrasi teknologi IoT.

Hasil kajian juga menunjukkan bahwa rancangan instalasi modern telah mengakomodasi integrasi energi terbarukan seperti panel surya dan sistem penyimpanan energi, yang dapat mendukung keberlanjutan operasional gedung. Berdasarkan kajian literatur yang dilakukan, penerapan sistem *smart building* diterapkan pada beberapa jenis bangunan seperti, rumah tinggal, kantor, Gedung umum, kos/asrama, kampus, sekolah, gudang, stasiun, dan bangunan usaha. Berikut merupakan statistik jenis bangunan yang digunakan untuk menerapkan sistem *smart building*.



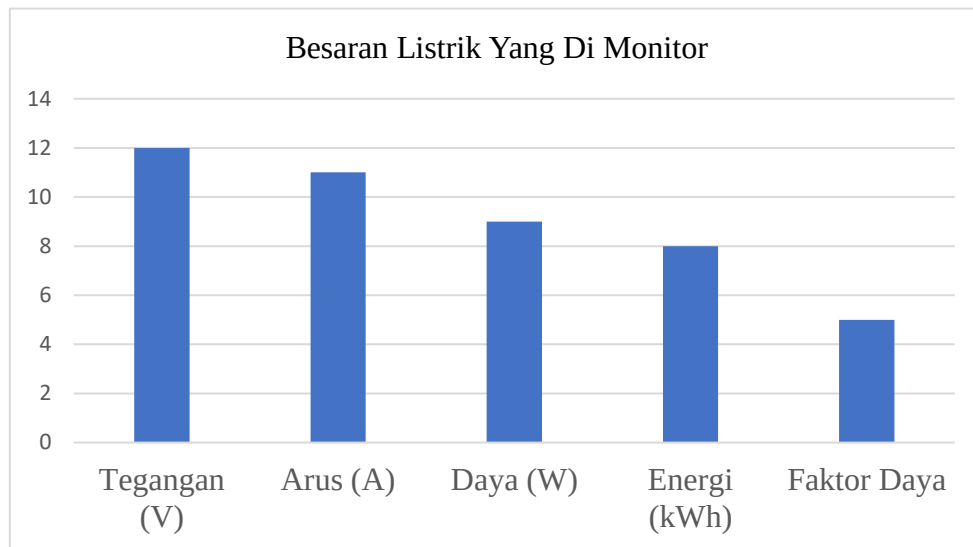
Gambar 2. Diagram Jenis Lingkungan yang Diimplementasikan Bangunan Cerdas

Monitoring dan Otomatisasi Instalasi

Sistem monitoring dan otomatisasi merupakan bagian paling dominan dalam literatur. Instalasi tidak lagi sebatas saluran distribusi daya, melainkan sistem cerdas yang mampu memantau konsumsi energi secara *real-time*, mengendalikan peralatan listrik dari jarak jauh, dan memberikan peringatan dini saat terjadi anomali.

Teknologi yang banyak digunakan adalah mikrokontroler (Arduino, ESP8266, ESP32, Raspberry Pi) yang dihubungkan dengan antarmuka berbasis web, aplikasi Android, maupun platform IoT seperti Blynk dan MQTT. Dengan sistem ini, pengelola gedung dapat mengontrol lampu, AC, serta perangkat lain secara otomatis berdasarkan kondisi lingkungan (suhu, cahaya,

atau keberadaan penghuni). Berikut merupakan statistik besaran listrik yang diteliti pada referensi paper yang ada.

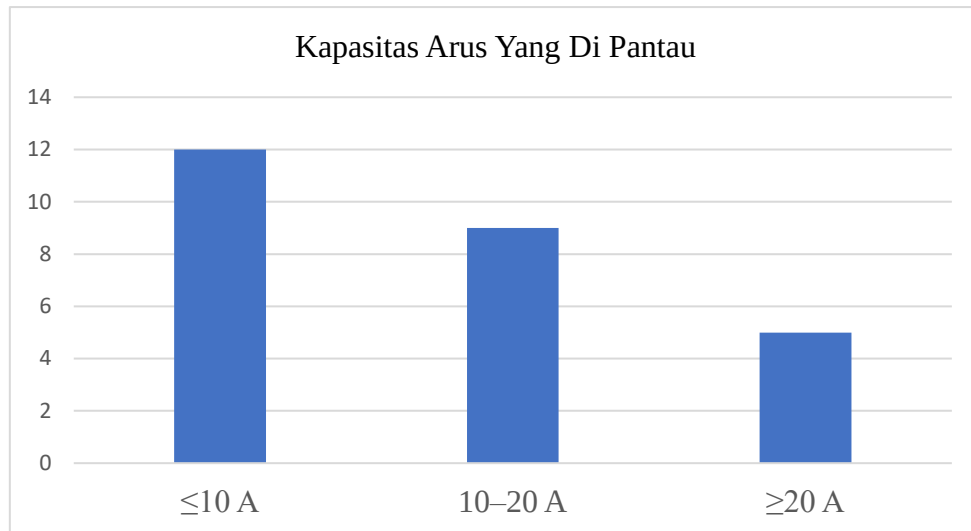


Gambar 3. Diagram Besaran Listrik Yang Di Monitor

Kapasitas Arus Instalasi Yang Di Pantau

Kapasitas arus listrik merupakan indikator utama dalam perancangan sistem instalasi bangunan cerdas berbasis IoT (Internet of Things). Berdasarkan hasil kajian literatur, sebagian besar penelitian berfokus pada sistem arus rendah (≤ 10 A) yang mewakili beban lampu, kipas, dan perangkat rumah tangga berdaya kecil. Sementara sebagian lainnya mengkaji arus menengah (10–20 A) untuk sistem panel distribusi kecil dan arus tinggi (≥ 20 A) untuk beban AC, motor pompa, atau peralatan industri ringan.

Distribusi penelitian menunjukkan bahwa arus ≤ 10 A mendominasi dengan 46%, arus 10–20 A sebesar 33%, dan arus ≥ 20 A sebesar 21%. Hasil ini menunjukkan fokus penelitian lebih banyak pada instalasi rumah tangga dan skala gedung kecil, yang menjadi dasar penerapan sistem efisiensi energi dan otomatisasi bangunan. Berikut merupakan diagram kapasitas arus instalasi yang di pantau.



Gambar 4. Diagram kapasitas Arus yang di Pantau

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian literatur terhadap 31 penelitian mengenai penerapan instalasi listrik pada bangunan cerdas berbasis Internet of Things (IoT), diperoleh beberapa poin penting sebagai berikut:

- Fokus penelitian sebagian besar berada pada integrasi sistem monitoring dan kontrol otomatis berbasis mikrokontroler (Arduino, ESP8266, ESP32, Raspberry Pi) untuk penghematan energi dan peningkatan efisiensi operasional bangunan.
- Desain instalasi listrik modern cenderung mengadopsi konsep modular dan fleksibel dengan sistem distribusi bertingkat yang mendukung otomatisasi, sensor arus-tegangan, serta integrasi dengan Building Energy Management System (BEMS).
- Kapasitas arus instalasi yang diteliti didominasi oleh kategori arus rendah (≤ 10 A) sebesar 46%, diikuti oleh arus menengah (10–20 A) sebesar 33%, dan arus tinggi (≥ 20 A) sebesar 21%. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian berfokus pada penerapan di rumah tinggal, gedung kecil, dan fasilitas pendidikan.
- Besaran listrik yang dimonitor meliputi arus, tegangan, daya, energi, faktor daya, suhu, cahaya, dan kelembapan, yang digunakan untuk mengoptimalkan penggunaan energi dan meningkatkan keamanan instalasi.
- Penerapan sistem IoT terbukti mampu menurunkan konsumsi energi hingga 30–50% dengan cara otomatisasi beban, pengaturan pencahayaan dan suhu, serta manajemen energi berbasis data real-time.

Secara keseluruhan, instalasi listrik berbasis IoT berperan penting dalam mewujudkan bangunan cerdas yang efisien, aman, dan berkelanjutan, serta menjadi fondasi bagi pengembangan konsep smart grid di masa depan.

DAFTAR REFERENSI

- Albanna, I., Asgalani, A., & Rachmadani, M. D. (2021). Esensial Internet of Things dalam konsep bangunan cerdas: Studi kasus ESP8266 dan prediksi energi. *Seminar Teknologi Perencanaan, Perancangan, Lingkungan, dan Infrastruktur*, 457–461.
- Alamsyah, A., & Widodo, S. (2020). Desain sistem monitoring energi listrik berbasis IoT pada smart building. *Jurnal Energi dan Ketenagalistrikan*, 12(2), 45–52.
- Anugraha, N., Angriawan, R., & Rahmat. (2023). Perancangan sistem pemantauan suhu udara dan kelembaban udara stasiun meteorologi Sultan Hasanuddin Maros. *Jurnal Teliska*, 16(2). <https://doi.org/10.5281/zenodo.7820993>
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). *SNI 0225:2011 – Instalasi listrik untuk bangunan gedung*. Jakarta, Indonesia: BSN.
- Butsianto, S., & Faisal, M. (2019). Penerapan smart home untuk pengontrolan lampu berbasis Internet of Things (IoT): Studi kasus Perumahan Taman Cikarang Indah 2. *SIGMA: Jurnal Teknologi Pelita Bangsa*, 10(2), 34–38.
- Darmawan, M. D., Astutik, R. P., & Ariwianto, H. (2023). Rancang bangun prototipe sistem otomatis bangunan pintar pada rumah kos bertingkat. *Telekontran: Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan*, 11(2), 93–104. <https://doi.org/10.34010/telekontran.v11i2.9943>
- Farid, A. (2017). Sistem monitoring dan kontroling pada smart building dengan penerapan IoT (Internet of Things). *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 1(1), 89–95.
- Firmansyah, A., & Syofian, S. (2024). Perancangan sistem gudang cerdas untuk pemantauan lingkungan gudang berbasis Internet of Things (IoT). *Journal TIFDA (Technology Information and Data Analytic)*, 1(2), 20–24. <https://doi.org/10.70491/tifda.v1i2.34>
- Habibi, A. R. (2023). Implementasi Building Automation System (BAS) menggunakan Raspberry Pi pada UD. Bima Baru. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, 17(2), 139–146. <https://doi.org/10.32815/jitika.v17i1.918>
- Haniifah, N., Suhanto, & Hariyadi, S. (2020). Simulasi kontrol monitoring lampu dan AC dengan Building Automation System (BAS) berbasis Internet of Things (IoT) di Asrama Alpha. *Approach: Jurnal Teknologi Penerbangan*, 4(2), 127–136.
- Hareva, D. H., Wirawan, A., & Hardjono, B. (2020). Optimalisasi penggunaan pendingin ruangan sistem kelas cerdas. *Prosiding Seminar Nasional Sistem Informasi dan Teknologi (SISFOTEK)*, 4(1), 1–6.

- Kusumaningrum, E., Sumarsono, C. B., Setiawan, C. B., & Hariyadi, D. (2024). Implementasi healthy building berbasis Internet of Things pada Taman Kanak-kanak Al Baraakah, RA Kreatif. *Jurnal CoSciTech*, 5(3), 533–540. <https://doi.org/10.37859/coscitech.v5i3.8093>
- KN, N., & Basyir, A. (2022). Perancangan sistem keamanan pintu ruangan otomatis menggunakan RFID berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Ilmiah Matrik*, 24(1), 21–27. <https://doi.org/10.33557/jurnalmatrik.v24i1.1651>
- Mahendra, D., & Prasetyo, R. (2021). Implementasi Internet of Things (IoT) pada smart building untuk efisiensi energi. *Jurnal Teknologi Elektro*, 15(3), 123–130.
- Maulana, H., Rohyan, A. S., Kurniawan, S. F. D., & Anisa, N. (2025). Desain rumah pintar dengan konsep Internet of Things. *Sains Data: Jurnal Studi Matematika dan Teknologi*, 3(2), 72–80. <https://doi.org/10.52620/sainsdata.v3i2.249>
- Muharam, M., Latif, M., & Saputra, M. (2018). Sistem kendali jarak jauh berbasis web untuk sistem rumah pintar. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 7(3), 203. <https://doi.org/10.25077/jnte.v7n3.502.2018>
- Patabo, M. D., Sawidin, S., Tuwongkesong, S., Kereh, T. M., Waroh, A. P., & Lapon, J. J. (2024). Rancang bangun sistem kontrol lampu ruangan berbasis IoT Arduino Cloud. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 6(2), 227–233. <https://doi.org/10.37905/jjee.v6i2.26131>
- Prasiska, A. O., & Rahmani, B. (2021). Uji kontrol sistem penerangan bangunan non-IoT berbasis komunikasi nirkabel Wi-Fi. *Progresif: Jurnal Ilmiah Komputer*, 17(2), 27–36. <https://doi.org/10.35889/progresif.v17i2.645>
- Pratama, M. F. Y., & Astutik, R. P. (2024). Optimalisasi sistem pengendalian HVAC dalam smart building untuk penghematan energi. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(3), 2882–2888. <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i3.4976>
- Purnawan, P. W., & Rosita, Y. (2019). Engineering of smart home system using NodeMCU ESP8266 based on Telegram Messenger communication. *Techno.COM*, 18(4), 348–360. <https://doi.org/10.33633/tc.v18i4.2862>
- Putra, L. A., & Hakim, A. R. (2018). Sistem kendali lampu cerdas pada smarthome berbasis Android menggunakan metode fuzzy logic control. *CSRID Journal*, 10(1), 33–43. <https://doi.org/10.22303/csrid.10.1.2018.33-43>
- Rahmad, I. F., Aditya, E., Rahmad, S., Siregar, R., Harahap, N. A., & Dari, W. (2025). Teknologi IoT dalam peningkatan kenyamanan dan efisiensi ruang kelas di MTs Miftahussalam. *Publidimas*, 5(1), 105–112. <https://doi.org/10.22303/publidimas>
- Rahman, F., Lestari, N., & Hidayat, R. (2022). Analisis efisiensi energi melalui sistem otomasi dan IoT pada gedung perkantoran. *Jurnal Rekayasa Energi*, 9(1), 55–63.
- Rahman, M. F., Azriel, M., Purnama, A., Wibowo, S. T., & Abidin, Z. (2024). Pemanfaatan sistem IoT (Internet of Things) sebagai pemantauan energi penggunaan listrik pada bangunan pintar. *Sinar: Sinergi Pengabdian dan Inovasi untuk Masyarakat*, 1(1), 1–8. <https://doi.org/10.30645/brahmana.v6i1.535>

- Rahman, M. F., Ilyas, T., & Armando, R. (2024). Sistem pemantauan energi penggunaan listrik pada bangunan pintar dengan sistem IoT (Internet of Things). *Brahmana: Jurnal Penerapan Kecerdasan Buatan*, 6(1), 88–96. <https://doi.org/10.30645/brahmana.v6i1.535>
- Ridwan, A., Prabowo, A., Theonardo, V., & Angelo, W. (2024). Pengembangan sistem kontrol suhu ruangan cerdas berbasis Arduino dengan integrasi sensor kelembaban, CO₂, dan occupancy. *UNPRI Press*, 1–15.
- Santoso, D. (2020). Efisiensi energi dan konservasi pada sistem bangunan modern. *Jurnal Energi Nasional*, 5(1), 11–20. <https://doi.org/10.35313/energi.v1i1.1803>
- Saputri, T. A., Sutomo, B., & Hairunnisa, A. (2024). Optimasi energi dengan IoT dan fuzzy logic pada AC smart di Gedung Dharma Wacana. *Jurnal SIMADA*, 7(2), 128–137. <https://doi.org/10.30873/simada.v7i2.642>
- Saputri, T. A., Sutomo, B., Hairunnisa, A., Syaputra, M. A., & Sulistiyanto. (2025). Perancangan dan implementasi sistem smart air conditioner berbasis IoT di Gedung Kampus Dharma Wacana untuk optimalisasi energi. *Jurnal Sistem Informasi*, 17(1), 123.
- Simanjuntak, S. P. P., & Dethan, J. F. N. (2025). Sistem cerdas pemantauan dan kontrol beban listrik 1 phasa berbasis teknologi IoT. *POTERS: Proceedings of Technology, Engineering and Computers*, 1(2), 96–103.
- Sujadi, H., Nurdiana, N., & Nurbani, F. (2019). Rancang bangun prototype smart office system berbasis IoT pada Building Automation System. *Jurnal J-Ensitem*, 5(2), 263–271. <https://doi.org/10.31949/j-ensitem.v5i02.1506>
- Susanto, A. T., & Purwoko, H. (2023). Perancangan proyek kantor Mitra Surya dengan pendalaman smart building system. *Jurnal Arsitektur*, 8(2), 16–29. <https://doi.org/10.37715/kreasi.v8i2.4490>
- Suprianto, Frianto, H. T., Farid, A., Faizul, M., & Razak, A. H. A. (2024). Implementasi sistem otomatisasi kelistrikan untuk penghematan konsumsi daya listrik. *RELE: Rekayasa Elektrikal dan Energi*, 6(2), 113–119. <https://doi.org/10.30596/rele.v6i2.17349>
- Tjandi, Y., & Zulhajji. (2022). Sistem kenali hemat energi pada gedung bertingkat berbasis Internet of Things (IoT). *UNM Journal of Technological and Vocational*, 6(3), 299–307. <https://doi.org/10.26858/ujtv.v6i3.37541>
- Tjandi, Y., & Zulhajji. (2023). Sistem kontrol perangkat listrik hemat energi pada bangunan berbasis Internet of Things (IoT). *Prosiding Seminar Nasional*, 526–534. <https://doi.org/10.59562/semnasdies.v1i1.1073>
- Wardhana, I. (2019). *Sistem proteksi dan instalasi listrik bangunan modern*. Bandung, Indonesia: Informatika.

- Wisaksono, A., Purwanti, Y., Ariyanti, N., & Masruchin, M. (2020). Rancang bangun pemantauan dan pengendalian penggunaan energi pada gedung bertingkat berdasarkan IoT. *JEEE-U: Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA*, 4(2), 128–135. <https://doi.org/10.21070/jeeeu.v4i2.539>
- Zhou, Y., Li, T., & Xu, J. (2020). Smart electrical installation system with IoT-based monitoring for energy efficiency. *IEEE Access*, 8, 122145–122157. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3015829>