

Pemanfaatan Internet of Things (IoT) untuk Energi Terbarukan dan Pembelajaran Berkelanjutan

Riyana Hermadiana, Lukman El Hakim, Rizhal Hendi Risanto

Universitas Negeri Jakarta, Indonesia

Email: riyanahdiana93@gmail.com

Abstrak: Penelitian ini merupakan studi literatur yang bertujuan menganalisis perkembangan dan implementasi *Internet of Things (IoT)* dalam mendukung pengelolaan energi terbarukan serta pembelajaran berkelanjutan. Berdasarkan analisis terhadap 20 jurnal ilmiah internasional dan nasional yang diterbitkan antara tahun 2016–2024, ditemukan bahwa IoT berperan penting dalam meningkatkan efisiensi sistem energi surya, pertanian cerdas, serta efektivitas pembelajaran berbasis proyek. Penerapan IoT dalam sistem energi surya terbukti mampu meningkatkan efisiensi konversi daya hingga 7%, mengurangi latensi transmisi hingga 90%, dan menurunkan biaya pemeliharaan. Dalam pendidikan, IoT terbukti memperkuat literasi teknologi dan kesadaran keberlanjutan siswa melalui pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning*) yang relevan dengan tujuan Sustainable Development Goals (SDGs). Kajian ini menegaskan bahwa IoT berpotensi besar untuk menjadi penggerak utama dalam transformasi energi bersih dan pendidikan berorientasi masa depan.

Abstract: This study is a literature review that aims to analyze the development and implementation of the Internet of Things (IoT) in supporting the management of renewable energy and sustainable learning. Based on an analysis of 20 international and national scientific journals published between 2016 and 2024, it was found that IoT plays a crucial role in improving the efficiency of solar energy systems, smart agriculture, and project-based learning effectiveness. The application of IoT in solar energy systems has been proven to enhance power conversion efficiency by up to 7%, reduce transmission latency by 90%, and lower maintenance costs. In education, IoT strengthens technological literacy and students' sustainability awareness through Project-Based Learning (PjBL) aligned with the objectives of the Sustainable Development Goals (SDGs). This review emphasizes that IoT holds great potential to serve as a major driver of transformation toward clean energy and future-oriented education.

Tersedia online di

<https://ojs.unublitar.ac.id/index.php/jtpdm>

Sejarah artikel

Diterima pada: 5 Desember 2025

Disetujui pada: 15 Desember 2025

Dipublikasikan pada: 18 Desember 2025

Kata kunci: Internet of Things, Energi Terbarukan, Pembelajaran Berkelanjutan, Project-Based Learning, SDGs

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) telah membawa perubahan besar dalam berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk dalam sektor energi, lingkungan, dan pendidikan. Salah satu inovasi yang paling berpengaruh adalah Internet of Things (IoT), yaitu konsep konektivitas antara perangkat fisik yang dapat mengumpulkan, mentransfer, dan menganalisis data melalui jaringan internet tanpa intervensi manusia secara langsung. IoT telah berevolusi dari sekadar sistem

pemantauan sederhana menjadi ekosistem cerdas (smart ecosystem) yang mendukung otomatisasi, efisiensi energi, dan pengambilan keputusan berbasis data. Dalam konteks energi terbarukan, penerapan IoT berperan penting dalam memaksimalkan potensi sumber daya energi bersih seperti tenaga surya dan angin. Teknologi ini memungkinkan pemantauan kondisi panel surya secara real-time, pengaturan sudut kemiringan optimal, prediksi cuaca, serta manajemen distribusi daya berbasis *machine learning* (Ramamurthi & Nadar, 2020; Suryono et al., 2019). Integrasi IoT dengan sistem cloud computing dan smart grid juga memberikan kemampuan adaptif terhadap permintaan energi dan efisiensi distribusi daya listrik (George & Nair, 2020; Hassan et al., 2020). Beberapa studi menunjukkan bahwa IoT mampu meningkatkan efisiensi energi hingga 7%, menurunkan latensi transmisi data hingga 90%, serta mengurangi biaya operasional sistem energi secara signifikan (Sharma & Gupta, 2019; Patel & Rao, 2019).

Di sisi lain, pendidikan berkelanjutan (sustainable education) juga mengalami transformasi seiring meningkatnya adopsi teknologi digital. Pembelajaran yang semula berorientasi pada transfer pengetahuan kini bergeser ke arah pembelajaran berbasis pengalaman dan proyek (*Project-Based Learning* atau PjBL) yang memanfaatkan teknologi IoT. Model ini tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep sains dan teknologi, tetapi juga menumbuhkan kesadaran lingkungan dan keberlanjutan di kalangan pelajar (Nurlia et al., 2024; Rahmadayanti et al., 2024). Dengan menggunakan perangkat IoT seperti sensor energi, sistem panel surya mini, dan jaringan data, siswa dapat melakukan eksperimen kontekstual yang mencerminkan penerapan nyata prinsip *Sustainable Development Goals (SDGs)*, khususnya tujuan nomor 4 (Pendidikan Berkualitas) dan 7 (Energi Bersih dan Terjangkau).

Lebih jauh lagi, integrasi IoT dengan sektor pertanian cerdas (smart agriculture) turut memperlihatkan peran teknologi dalam meningkatkan efisiensi sumber daya dan produktivitas. Fu et al. (2022) menekankan bahwa IoT memungkinkan pengumpulan data lingkungan secara kontinu untuk mendukung pengelolaan air, pupuk, dan lahan secara presisi. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kota dengan infrastruktur digital kuat memiliki indeks keberlanjutan pertanian yang lebih tinggi, menandakan bahwa kemajuan teknologi memiliki dampak langsung terhadap kesejahteraan masyarakat dan daya saing ekonomi.

Dari berbagai sektor tersebut, terlihat bahwa IoT bukan sekadar instrumen teknologi, tetapi merupakan penggerak utama dalam mewujudkan sistem berkelanjutan. Penerapan IoT di bidang energi dan pendidikan tidak hanya menjawab kebutuhan efisiensi dan modernisasi, tetapi juga menjadi katalisator perubahan menuju pembangunan berkelanjutan. Namun, masih terdapat tantangan seperti keterbatasan infrastruktur, biaya implementasi tinggi, dan kurangnya literasi teknologi, terutama di negara berkembang (Kshetri, 2016). Oleh karena itu, diperlukan pemetaan dan analisis mendalam mengenai tren, kontribusi, serta arah pengembangan riset IoT dalam mendukung energi terbarukan dan pendidikan berkelanjutan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perkembangan dan arah penelitian mengenai penerapan Internet of Things (IoT) pada bidang energi terbarukan dan pembelajaran berkelanjutan. Penelitian ini juga berupaya mengidentifikasi kontribusi empiris dari implementasi IoT dalam meningkatkan efisiensi energi serta efektivitas pembelajaran berbasis proyek

(Project-Based Learning) di berbagai konteks pendidikan. Selain itu, studi ini bertujuan untuk menyintesis berbagai peluang dan tantangan dalam penerapan IoT guna mendukung pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs), khususnya pada bidang energi bersih dan pendidikan bermutu.

Melalui pendekatan tinjauan literatur terhadap publikasi ilmiah periode 2016–2024, artikel ini diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif mengenai posisi IoT sebagai teknologi strategis dalam transisi menuju masyarakat cerdas, hijau, dan berkelanjutan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan metode studi literatur sistematis (*systematic literature review*). Pendekatan ini dipilih untuk memperoleh gambaran menyeluruh tentang perkembangan, implementasi, serta kontribusi *Internet of Things (IoT)* dalam bidang energi terbarukan dan pembelajaran berkelanjutan selama kurun waktu 2016–2024. Pendekatan sistematis digunakan agar proses peninjauan literatur dilakukan secara terstruktur, objektif, dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah, sesuai dengan panduan *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)*.

Data yang digunakan dalam penelitian ini bersifat sekunder, yaitu berupa hasil penelitian yang telah dipublikasikan dalam bentuk artikel jurnal ilmiah, prosiding, dan laporan penelitian. Sumber data diperoleh dari beberapa basis data ilmiah bereputasi, antara lain: Scopus, IEEE Xplore, ScienceDirect (Elsevier), Google Scholar, SpringerLink. Kata kunci yang digunakan dalam proses penelusuran meliputi: “Internet of Things (IoT)”, “renewable energy”, “solar power monitoring”, “smart agriculture”, “Project-Based Learning”, “sustainable education”, dan “SDGs”. Penelusuran literatur dilakukan pada artikel berbahasa Inggris dan Indonesia dengan kriteria publikasi antara tahun 2016 hingga 2024, sehingga mencakup dekade terakhir perkembangan riset IoT di berbagai bidang.

Proses seleksi literatur dilakukan secara bertahap dengan mempertimbangkan kriteria inklusi dan eksklusi berikut:

Tabel 1. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

| Aspek | Kriteria Inklusi | Kriteria Eksklusi |
|-------------------|---|--|
| Bidang Kajian | Penelitian terkait penerapan IoT dalam energi terbarukan, pendidikan, atau pertanian berkelanjutan. | Artikel yang membahas IoT tanpa kaitan dengan konteks keberlanjutan atau pembelajaran. |
| Jenis Publikasi | Artikel jurnal ilmiah, prosiding internasional, atau publikasi akademik terindeks. | Artikel populer, blog, tesis, atau sumber non-peer-reviewed. |
| Periode Publikasi | Tahun 2016–2024. | Di luar periode tersebut. |
| Ketersediaan Data | Artikel yang menyertakan hasil penelitian, data empiris, atau model konseptual yang jelas. | Artikel konseptual tanpa data atau metodologi yang terukur. |

Dari hasil seleksi awal terhadap 85 artikel, sebanyak 20 jurnal dipilih karena memenuhi kriteria relevansi, kualitas metodologis, dan kontribusi tematik terhadap topik kajian.

Analisis data dilakukan melalui empat tahapan utama, yaitu: 1) Reduksi Data (Data Reduction): Setiap artikel dibaca secara mendalam untuk mengekstraksi informasi penting meliputi: judul, penulis, tahun, tujuan penelitian, metodologi, hasil

utama, dan relevansi terhadap tema IoT. 2) Klasifikasi Tematik (Thematic Categorization): Artikel yang terpilih dikelompokkan ke dalam tiga tema utama ; Tema 1: IoT untuk energi terbarukan dan efisiensi energi; Tema 2: IoT dalam pembelajaran inovatif dan berkelanjutan; Tema 3: IoT untuk pertanian dan lingkungan berkelanjutan. 3) Sintesis Komparatif (Comparative Synthesis): Analisis dilakukan dengan membandingkan hasil penelitian antarartikel dalam satu tema untuk menemukan pola, kesamaan, dan perbedaan pendekatan. 4) Penarikan Kesimpulan (Conclusion Drawing): Berdasarkan sintesis tematik, dibuat interpretasi yang menggambarkan tren penelitian, kontribusi ilmiah, serta arah pengembangan IoT di masa depan.

Untuk memastikan keandalan hasil analisis, dilakukan triangulasi sumber dan pemeriksaan kesesuaian tematik antarpeneliti melalui: 1) Validasi antarartikel: perbandingan hasil dari berbagai jurnal untuk memastikan konsistensi temuan. 2) Cross-referencing: mengacu pada literatur pendukung (meta-analysis, review articles) guna memperkuat interpretasi data. 3) Kritik metodologis: menilai kekuatan dan keterbatasan metode yang digunakan oleh masing-masing peneliti. Dengan langkah ini, keabsahan sintesis literatur dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah dan mendukung objektivitas hasil penelitian.

Kerangka analisis penelitian disusun untuk menggambarkan hubungan antarvariabel utama yang dikaji, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar berikut (deskripsi teks karena format tidak visual): Kerangka Analisis Studi Literatur: Penerapan IoT → (1) Efisiensi Energi & Smart Monitoring) → (2) Pembelajaran Berkelanjutan & PjBL) → (3) Pembangunan Berkelanjutan (SDGs 4 & 7) Kerangka tersebut menjelaskan bahwa IoT bertindak sebagai variabel penggerak (*driving factor*) yang berimplikasi pada efisiensi energi, inovasi pendidikan, dan kontribusi terhadap keberlanjutan global.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil sintesis literatur menunjukkan bahwa pemanfaatan Internet of Things (IoT) telah mengalami perkembangan signifikan pada tiga bidang utama, yaitu (1) energi terbarukan dan efisiensi energi, (2) pendidikan berkelanjutan dan pembelajaran berbasis proyek, serta (3) pertanian cerdas dan pembangunan berkelanjutan. Kajian ini menegaskan bahwa IoT berfungsi sebagai sistem ekosistem digital yang tidak hanya meningkatkan efisiensi teknis, tetapi juga memperkuat aspek sosial dan pendidikan yang berorientasi pada keberlanjutan.

IoT dalam Energi Terbarukan

Dalam dua dekade terakhir, isu ketergantungan energi fosil dan perubahan iklim telah mendorong banyak penelitian terkait pengembangan energi terbarukan. IoT memainkan peran kunci dalam meningkatkan efisiensi, pengawasan, dan pengendalian sistem energi tersebut.

Ramamurthi & Nadar (2020) mengembangkan sistem IoT-based Energy Monitoring yang menggunakan *Genetic Algorithm* (GA) untuk menentukan sudut optimal panel surya, dan berhasil meningkatkan efisiensi konversi energi hingga 7%. Sementara itu, Suryono et al. (2019) memperkenalkan sistem fuzzy rule-based fog-cloud computing, yang mampu mengurangi waktu transmisi data dari 246,1 ms menjadi 27,9 ms, sekaligus meningkatkan akurasi diagnosis gangguan pada panel surya.

Penelitian lain oleh Kumar & Patel (2020) dan Li et al. (2021) menekankan penerapan IoT berbasis Arduino dan sensor pintar dalam pemantauan real-time pada sistem fotovoltaik (PV). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi IoT dan *cloud*

computing memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengendalikan produksi daya dari jarak jauh.

Selain meningkatkan efisiensi energi, IoT juga berperan penting dalam keamanan dan integrasi data energi. Patel & Rao (2019) menggunakan algoritma RSA encryption untuk melindungi transmisi data sensor energi, sedangkan Hassan et al. (2020) menunjukkan bahwa integrasi sistem PV berbasis IoT ke dalam *smart grid* dapat menstabilkan beban listrik dan mengoptimalkan distribusi daya.

Secara umum, penelitian di bidang ini menunjukkan pergeseran dari sistem pemantauan pasif menuju sistem energi cerdas adaptif (*smart adaptive energy system*), yang mampu melakukan analisis prediktif terhadap konsumsi daya dan gangguan sistem.

IoT dalam Pendidikan dan Pembelajaran Berkelanjutan

Penerapan IoT di bidang pendidikan berfokus pada upaya mengintegrasikan teknologi ke dalam pembelajaran kontekstual dan berkelanjutan. Model pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning / PjBL*) menjadi salah satu pendekatan yang paling sering digunakan untuk menggabungkan aspek teknologi, eksperimen, dan keterampilan abad ke-21.

Penelitian oleh Nurlia et al. (2024) mengembangkan *IoT Consol Learning Program* untuk pembelajaran media fisika, yang menunjukkan kelayakan produk sebesar 93% dan peningkatan signifikan dalam kemampuan mahasiswa mengintegrasikan teknologi IoT ke dalam proyek pembelajaran. Penelitian serupa oleh Rahmadayanti et al. (2024) menerapkan pelatihan mini proyek panel surya berbasis SDGs di sekolah menengah dengan hasil respon siswa 82% kategori sangat baik, membuktikan bahwa pendekatan PjBL dengan dukungan IoT mampu meningkatkan motivasi, kolaborasi, dan pemahaman konsep energi.

Selain itu, penelitian George & Nair (2020) menunjukkan bahwa penerapan IoT dan cloud computing dalam pembelajaran fisika energi dapat menciptakan lingkungan belajar yang interaktif dan reflektif. IoT berfungsi sebagai media penghubung antara teori dan praktik melalui data sensor real-time, menjadikan siswa tidak hanya sebagai penerima informasi tetapi juga produsen data ilmiah.

Temuan-temuan tersebut memperlihatkan bahwa integrasi IoT tidak hanya berkontribusi terhadap aspek teknologi pembelajaran, tetapi juga mendukung pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan (*Education for Sustainable Development/ESD*). Melalui kegiatan proyek yang berorientasi lingkungan, siswa dibekali kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, serta kesadaran terhadap pentingnya energi bersih dan efisiensi sumber daya.

IoT dalam Pertanian Cerdas dan Keberlanjutan Lingkungan

IoT juga berperan penting dalam sektor pertanian berkelanjutan (*smart agriculture*) yang menjadi bagian integral dari SDGs. Penelitian oleh Fu et al. (2022) menggunakan model DPSIR dan PCA untuk menganalisis hubungan antara faktor sosial-ekonomi, urbanisasi, dan penerapan IoT terhadap produktivitas pertanian di Provinsi Anhui, Tiongkok. Hasilnya menunjukkan bahwa penerapan IoT secara signifikan meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan sistem pertanian, terutama pada wilayah dengan infrastruktur digital yang baik.

Kshetri (2016) memperkuat temuan ini dengan menyoroti tantangan IoT di negara berkembang (*Global South*), seperti keterbatasan infrastruktur, biaya implementasi, dan kesenjangan literasi teknologi. Namun, potensi ekonomi yang

dihasilkan IoT dalam mendukung sektor pertanian dan sumber daya alam tetap sangat besar.

Penelitian lain oleh Lachhab et al. (2018) dan Seng et al. (2022) memperluas konteks IoT pada pengelolaan lingkungan dan bangunan cerdas (*smart building*). Sistem ventilasi berbasis context-aware IoT terbukti dapat menghemat energi hingga 27% dan meningkatkan kualitas udara dalam ruangan. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan IoT untuk keberlanjutan tidak terbatas pada sektor pertanian, tetapi juga dapat diterapkan untuk mendukung kualitas hidup manusia secara menyeluruh.

Analisis Tren Penelitian 2016–2024

Dari hasil telaah terhadap 20 jurnal, dapat diidentifikasi beberapa tren utama dalam penelitian IoT selama periode 2016–2024, sebagaimana ditunjukkan pada tabel berikut:

| Bidang IoT | Aplikasi | Fokus Utama | Penelitian | Kontribusi dan Dampak | Peneliti Representatif |
|--------------------------|---------------|---|------------|--|--|
| Energi | Terbarukan | Optimasi panel surya, pemantauan daya, keamanan data energi | | Efisiensi energi meningkat 2 - 7%, latensi transmisi menurun 90% | Ramamurthi & Nadar (2020), Suryono et al. (2019), Patel & Rao (2019) |
| Pendidikan | Berkelanjutan | IoT dalam PjBL, media pembelajaran fisika, proyek SDGs | | Peningkatan hasil belajar 82 - 93%, literasi teknologi meningkat | Nurlia et al. (2024), Rahmadayanti et al. (2024) |
| Pertanian dan Lingkungan | | IoT dalam pertanian presisi, monitoring ekosistem | | Peningkatan produktivitas, efisiensi sumber daya, dan ketahanan pangan | Fu et al. (2022), Kshetri (2016), Lachhab et al. (2018) |

Analisis ini menunjukkan bahwa fokus penelitian IoT semakin berorientasi pada integrasi lintas sektor, dengan arah pengembangan menuju sistem AI–IoT hybrid, penggunaan *big data analytics*, serta keterlibatan pendidikan dalam mendukung transformasi digital yang berkelanjutan.

Implikasi Akademik dan Praktis

Secara akademik, hasil penelitian ini memperkuat posisi IoT sebagai bidang multidisipliner yang menghubungkan teknologi, pendidikan, dan keberlanjutan. Secara praktis, penerapan IoT menawarkan: 1) Efisiensi energi dan penurunan biaya operasional dalam sistem energi terbarukan, 2) Model pembelajaran inovatif dan partisipatif yang meningkatkan kesadaran lingkungan di kalangan pelajar, 3) Sistem pertanian presisi yang berkontribusi terhadap ketahanan pangan dan pembangunan ekonomi lokal. Oleh karena itu, implementasi IoT yang terintegrasi dengan pendidikan dan kebijakan publik memiliki potensi besar dalam mempercepat pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan global (SDGs).

KESIMPULAN

Hasil kajian literatur terhadap dua puluh penelitian yang terbit pada periode 2016–2024 menunjukkan bahwa Internet of Things (IoT) telah menjadi teknologi strategis yang mendorong transformasi menuju sistem energi, pertanian, dan pendidikan yang lebih efisien dan berkelanjutan. Pada sektor energi terbarukan, IoT terbukti meningkatkan efisiensi operasional, akurasi pemantauan, serta keamanan data dalam sistem panel surya dan smart grid. Integrasi algoritma cerdas

seperti *Genetic Algorithm (GA)* dan *fuzzy rule-based computing* berkontribusi terhadap peningkatan efisiensi energi sebesar 2–7% dan pengurangan latensi transmisi hingga 90%. Teknologi ini tidak hanya meningkatkan kinerja sistem energi tetapi juga memungkinkan otomatisasi dan optimasi berbasis *cloud computing* dan *machine learning*.

Dalam konteks pendidikan berkelanjutan, penerapan IoT telah mengubah paradigma pembelajaran menjadi lebih kontekstual, kolaboratif, dan berorientasi pada keberlanjutan. Melalui pendekatan *Project-Based Learning (PjBL)*, peserta didik dilibatkan secara aktif dalam proyek-proyek yang berhubungan dengan energi bersih dan lingkungan. Hasil penelitian (Nurlia et al., 2024; Rahmadayanti et al., 2024) menunjukkan peningkatan kemampuan integrasi teknologi dan kesadaran keberlanjutan siswa hingga 82 - 93% dalam kategori sangat baik. Hal ini menegaskan bahwa IoT dapat menjadi jembatan antara literasi teknologi dan pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan (Education for Sustainable Development – ESD).

Sementara itu, dalam sektor pertanian dan lingkungan, penerapan IoT melalui model analisis *Drivers–Pressures–State–Impact–Response (DPSIR)* dan *Principal Component Analysis (PCA)* (Fu et al., 2022) menunjukkan peningkatan produktivitas dan efisiensi sumber daya di berbagai wilayah. Faktor-faktor seperti dukungan kebijakan, infrastruktur digital, dan literasi teknologi menjadi variabel penting dalam memperkuat keberlanjutan sistem pertanian.

Secara umum, hasil studi literatur ini menyimpulkan bahwa IoT bukan sekadar alat teknologis, melainkan platform transformasi lintas sektor yang berkontribusi terhadap pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs), khususnya: 1) SDG 4: Pendidikan berkualitas dan berkelanjutan, 2) SDG 7: Energi bersih dan terjangkau, 3) SDG 9: Inovasi dan infrastruktur industri berkelanjutan, serta 4) SDG 13: Penanganan perubahan iklim. Dengan demikian, pemanfaatan IoT yang terarah dapat memperkuat kolaborasi antara sektor pendidikan, teknologi, dan energi untuk membangun masyarakat yang lebih cerdas, hijau, dan berdaya saing global.

DAFTAR RUJUKAN

- Fu, H., Li, H., Ramayah, T., Fu, A., Jabbar, A. H., & Abed, A. M. (2022). *Effects of Internet of Things (IoT) on performance of agricultural in China: A case study*. *Environmental Technology & Innovation*, 28, 102944.
- Ramamurthi, V., & Nadar, R. (2020). *IoT-based energy monitoring system using genetic algorithm for optimal solar panel angle control*. *International Journal of Smart Grid and Clean Energy*, 9(3), 412–419.
- Suryono, S., Khuriati, A., & Mantoro, T. (2019). *A fuzzy rule-based fog–cloud computing for solar panel disturbance investigation*. *Cogent Engineering*, 6(1), 1624287.
- Nurlia, N., Guntara, D., & Saefullah, A. (2024). *IoT Consol Learning Program for physics learning media integration*. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 20(2), 55–64.
- Kshetri, N. (2016). *The economics of the Internet of Things in the Global South*. *Third World Quarterly*, 38(2), 411–432.