

IMPLEMENTASI TEKNOLOGI LI-FI (*LIGHT FIDELITY*) SEBAGAI PENDUKUNG OPTIMALISASI KONEKSI IOT PADA *SMART HOME*

Usanto S¹⁾, Adi Sopian²⁾, Christine Sientta Dewi³⁾, Riza Syahrial⁴⁾, Septiana Ningtyas⁵⁾,
Lela Nurlaela⁶⁾

^{1,2,3,4}Prodi Sistem Informasi, Fakultas Teknologi, ITB Swadharma

^{5,6}Prodi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi, ITB Swadharma

Correspondence author: Usanto S, usanto.s@swadharma.ac.id, Jakarta, Indonesia

Abstract

Communication technology continues to advance, with Light Fidelity (Li-Fi) emerging as an innovation offering high transmission speeds, low latency, and energy efficiency. This study aims to evaluate the potential of Li-Fi as a connectivity solution for the Internet of Things (IoT) in smart homes in Indonesia, considering the limitations of Wi-Fi, which often experiences interference, high latency, and significant energy consumption. The research employs a field experiment approach in a smart home simulation that encompasses IoT devices, such as bright lights, security cameras, and thermostats, alongside interviews with users, developers, and technology practitioners. The findings reveal that Li-Fi achieves an average speed of 8.5 Gbps with a latency of 1.2 milliseconds, significantly outperforming Wi-Fi, which only reaches 450 Mbps and a latency of 15 milliseconds. Li-Fi also demonstrates superior energy efficiency, requiring just 0.2 watts per GB of data compared to Wi-Fi's 1.5 watts. Furthermore, network interference is virtually undetectable with Li-Fi, making it an ideal solution for densely populated urban environments. Interviews indicate that smart home users desire fast and stable connectivity but identify initial costs and a lack of education as key challenges. The study concludes that Li-Fi has significant potential to address IoT connectivity challenges in smart homes, offering benefits such as energy efficiency, high speed, and connection stability. However, its implementation requires the development of new hardware, user education, and adequate regulatory support. With a holistic strategy, Li-Fi could become a cornerstone in the development of efficient, secure, and sustainable smart homes, while also supporting other sectors such as education and healthcare in Indonesia.

Keywords: light fidelity, internet of things, smart homes

Abstrak

Teknologi komunikasi terus berkembang, dengan Light Fidelity (Li-Fi) muncul sebagai inovasi yang menawarkan kecepatan transmisi tinggi, latensi rendah, dan efisiensi energi. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi potensi Li-Fi sebagai solusi konektivitas Internet of Things (IoT) dalam rumah pintar (smart home) di Indonesia, mengingat keterbatasan Wi-Fi yang sering mengalami interferensi, latensi tinggi, dan konsumsi energi besar. Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen lapangan pada simulasi rumah pintar yang mencakup perangkat IoT

seperti lampu pintar, kamera keamanan, dan termostat, serta wawancara dengan pengguna, pengembang, dan praktisi teknologi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Li-Fi mencapai kecepatan rata-rata 8,5 Gbps dengan latensi 1,2 milidetik, jauh lebih baik dibandingkan Wi-Fi yang hanya mencapai kecepatan 450 Mbps dan latensi 15 milidetik. Li-Fi juga lebih hemat energi, hanya membutuhkan daya 0,2 watt per GB data, dibandingkan Wi-Fi yang memerlukan 1,5 watt. Selain itu, interferensi jaringan hampir tidak terdeteksi pada Li-Fi, menjadikannya solusi ideal untuk lingkungan urban yang padat perangkat. Wawancara mengungkapkan bahwa pengguna rumah pintar menginginkan konektivitas yang cepat dan stabil, namun mengidentifikasi biaya awal dan kurangnya edukasi sebagai tantangan utama. Kesimpulan penelitian ini menegaskan bahwa Li-Fi memiliki potensi besar untuk mengatasi kendala konektivitas IoT pada rumah pintar, dengan manfaat yang mencakup efisiensi energi, kecepatan tinggi, dan stabilitas koneksi. Namun, implementasi Li-Fi membutuhkan pengembangan perangkat keras baru, edukasi pengguna, dan dukungan regulasi yang memadai. Dengan strategi yang holistik, Li-Fi dapat menjadi pilar utama dalam pengembangan rumah pintar yang efisien, aman, dan berkelanjutan, sekaligus mendukung berbagai sektor lain seperti pendidikan dan kesehatan di Indonesia.

Kata Kunci: *light fidelity, internet of things, smart homes*

A. PENDAHULUAN

Teknologi komunikasi dan jaringan telah mengalami perkembangan pesat dalam beberapa tahun terakhir, terutama dalam mendukung konektivitas yang efisien dan berkelanjutan. Salah satu teknologi inovatif yang semakin mendapat perhatian adalah Li-Fi (*Light Fidelity*). Teknologi Li-Fi menggunakan cahaya tampak untuk mengirimkan data secara nirkabel, menawarkan kecepatan transmisi data yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan teknologi Wi-Fi konvensional. Esmail et al. (2023) menunjukkan bahwa penerapan Li-Fi dalam sistem rumah pintar berbasis *Internet of Things* (IoT) memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi dan kecepatan komunikasi data di lingkungan dengan kepadatan perangkat yang tinggi, dengan kecepatan yang mampu mencapai hingga 10 Gbps pada implementasi awal.

Dalam perspektif global dan nasional, adopsi rumah pintar (*smart home*) terus meningkat seiring dengan pertumbuhan teknologi IoT. Di Indonesia, Sistem kontrol

rumah pintar menggunakan kamera berbasis IoT telah diterapkan, meskipun masih menghadapi tantangan seperti keterbatasan spektrum frekuensi radio pada jaringan Wi-Fi. Tantangan ini menyebabkan interferensi dan kinerja yang tidak optimal, terutama di lingkungan urban yang padat (Monita & Hendri, 2021). Hal ini diperkuat oleh temuan Jaladri & Hardani (2022), yang menunjukkan bahwa lebih dari 40% pengguna rumah pintar berbasis IoT di Indonesia melaporkan masalah koneksi akibat keterbatasan jaringan Wi-Fi.

Internet of Things (IoT) dan *Big Data* merupakan dua teknologi utama yang menarik perhatian banyak peneliti dan praktisi karena potensinya untuk meningkatkan efisiensi, akurasi (Usanto et al., 2024). *Big Data* dapat menjadi solusi penting untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi dalam memantau dan meningkatkan platform (Usanto & Dewi, 2024). Kondisi lapangan menunjukkan bahwa penggunaan jaringan Wi-Fi pada rumah pintar (*smart home*) saat ini masih menghadapi berbagai kendala. Wi-Fi memiliki keterbatasan dalam

hal keamanan, gangguan sinyal, dan kapasitas spektrum.

Akbar et al. (2022) mengungkapkan bahwa implementasi teknologi IoT pada rumah pintar berbasis *mikrokontroler ESP8266* sering mengalami penurunan kualitas layanan akibat interferensi pada jaringan Wi-Fi. Penggunaan Wi-Fi yang intensif di lingkungan urban sering kali menyebabkan latensi tinggi, yang dapat mengurangi efisiensi sistem rumah pintar (*smart home*). Li-Fi menawarkan solusi yang lebih andal dengan memanfaatkan spektrum cahaya tampak yang luas dan minim interferensi.

Penelitian ini penting dilakukan karena *Internet of Things* (IoT) merupakan komponen kunci dalam mewujudkan rumah pintar (*smart home*) yang lebih efisien, aman, dan hemat energi. Namun, masih terdapat kesenjangan penelitian terkait bagaimana Li-Fi (*Light Fidelity*) dapat diintegrasikan secara efektif dalam ekosistem IoT rumah pintar di Indonesia. (Ibrahim & Sugiarto, 2023) menunjukkan bahwa penerapan Li-Fi dalam sistem rumah pintar berbasis IoT memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi dan kecepatan komunikasi data.

Konsep penelitian ini dirancang untuk mengeksplorasi potensi pemanfaatan Li-Fi sebagai pendukung utama koneksi IoT pada rumah pintar masa depan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keunggulan Li-Fi dibandingkan dengan Wi-Fi dalam hal efisiensi, kecepatan, dan keamanan koneksi. Selain itu, penelitian ini juga akan mengidentifikasi tantangan teknis yang perlu diatasi untuk memastikan keberhasilan implementasi teknologi ini di Indonesia. Studi ini menggunakan pendekatan eksperimen lapangan untuk mengevaluasi kinerja Li-Fi dalam skenario rumah pintar yang kompleks, serta melakukan wawancara dengan pengguna untuk memahami kebutuhan dan ekspektasi mereka.

Salah satu kesenjangan utama yang menjadi fokus penelitian ini adalah kurangnya studi empiris yang

mengintegrasikan Li-Fi dengan perangkat IoT di lingkungan rumah pintar. Sebagian besar penelitian sebelumnya hanya berfokus pada aspek teknis Li-Fi, seperti kecepatan dan efisiensi energi, tanpa mempertimbangkan aspek praktis seperti integrasi dengan sistem yang sudah ada atau respons pengguna terhadap teknologi baru ini. Penelitian oleh Dewi (2011) mengidentifikasi bahwa adopsi teknologi digital dalam mewujudkan desa pintar di Indonesia memerlukan strategi yang melibatkan edukasi dan pelatihan bagi pengguna.

Selain itu, penelitian ini juga mempertimbangkan budaya dan kebiasaan pengguna dalam mengadopsi teknologi baru. Sani & Wiliani (2019) menunjukkan bahwa faktor kesiapan dan adopsi teknologi informasi dalam cakupan teknologi serta lingkungan pada UMKM di Jakarta sangat bergantung pada seberapa baik teknologi tersebut dapat memenuhi kebutuhan spesifik pengguna lokal, termasuk faktor biaya dan kemudahan instalasi.

Oleh karena itu, penelitian ini akan mengintegrasikan analisis perilaku pengguna untuk memastikan bahwa solusi yang ditawarkan oleh Li-Fi tidak hanya efisien tetapi juga relevan dengan kebutuhan pengguna.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan strategi implementasi Li-Fi yang dapat mengoptimalkan koneksi IoT pada rumah pintar masa depan di Indonesia. Penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan rekomendasi praktis bagi pengembang teknologi, produsen perangkat IoT, dan pengguna rumah pintar mengenai manfaat dan tantangan Li-Fi. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam penggunaannya melalui teknologi yang lebih efisien, aman, dan berkelanjutan.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen lapangan yang bertujuan untuk

mengevaluasi kinerja teknologi Li-Fi (*Light Fidelity*) dalam mendukung optimalisasi koneksi IoT pada rumah pintar (*smart home*). Penelitian juga menggunakan pendekatan deskriptif-kualitatif untuk memahami kebutuhan pengguna dan mengeksplorasi tantangan implementasi Li-Fi dalam cakupan spesifik di Indonesia.

Penelitian ini dilaksanakan di lingkungan simulasi rumah pintar (*smart home*) yang dirancang untuk merepresentasikan kondisi rumah urban khas di Indonesia. Simulasi mencakup ruang keluarga, ruang kerja, dan dapur yang dilengkapi dengan berbagai perangkat IoT, seperti lampu pintar, termostat, kamera keamanan, dan speaker pintar. Pengaturan lokasi ini dirancang untuk menciptakan skenario yang mencerminkan penggunaan sehari-hari perangkat IoT dalam rumah pintar, sehingga memungkinkan evaluasi kinerja teknologi Li-Fi secara realistis. Simulasi ini juga mempertimbangkan tantangan teknis seperti interferensi jaringan dan kondisi pencahayaan untuk memastikan hasil yang relevan dengan situasi aktual.

Subjek penelitian melibatkan tiga kelompok utama, yaitu pengguna rumah pintar yang telah menggunakan perangkat IoT berbasis Wi-Fi, pengembang teknologi IoT dan perangkat Li-Fi, serta peneliti dan praktisi di bidang teknologi komunikasi. Pengguna rumah pintar (*smart home*) memberikan wawasan tentang kebutuhan, ekspektasi, dan tantangan yang mereka alami dalam penggunaan teknologi IoT. Pengembang teknologi dan praktisi menawarkan pandangan teknis dan strategis terkait pengembangan serta implementasi Li-Fi di Indonesia. Dengan melibatkan berbagai kelompok ini, penelitian memastikan cakupan yang komprehensif dalam mengeksplorasi potensi teknologi Li-Fi untuk rumah pintar (*smart home*).

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini berhasil mengungkap berbagai aspek penting terkait implementasi teknologi Li-Fi (*Light Fidelity*) dalam mendukung optimalisasi koneksi IoT pada rumah pintar (*smart home*) masa depan. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa Li-Fi memiliki performa yang secara signifikan lebih baik dibandingkan dengan Wi-Fi dalam berbagai parameter teknis yang diukur. Pada aspek kecepatan transmisi data, Li-Fi mampu mencapai rata-rata kecepatan hingga 8,5 Gbps dalam kondisi simulasi, jauh lebih tinggi dibandingkan Wi-Fi yang hanya mencapai rata-rata 450 Mbps pada spektrum yang sama. Selain itu, latensi pada Li-Fi tercatat sangat rendah, dengan rata-rata waktu tunda sebesar 1,2 milidetik, dibandingkan Wi-Fi yang mencapai rata-rata 15 milidetik. Hal ini menunjukkan bahwa Li-Fi memiliki potensi besar untuk mengurangi masalah latensi yang sering menjadi kendala pada sistem IoT di rumah pintar.

Tabel 1. Perbandingan Kinerja Li-Fi dan Wi-Fi

| Parameter | Wi-Fi | |
|------------------|-------------|---------------------|
| | Li-Fi | Wi-Fi |
| Kecepatan (Gbps) | 8,5 | 0,45 |
| Latensi (ms) | 1,2 | 1,5 |
| Efisiensi Energi | 0,2 watt/Gb | 1,5 watt/GB |
| Stabilitas | Tinggi | Rentan Interferensi |

Dari sisi efisiensi energi, perangkat berbasis Li-Fi terbukti lebih hemat energi dibandingkan dengan perangkat berbasis Wi-Fi. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa konsumsi energi pada Li-Fi (*Light Fidelity*) untuk mentransmisikan data sebesar 1 GB hanya membutuhkan daya sebesar 0,2 watt, sementara Wi-Fi membutuhkan daya sebesar 1,5 watt untuk mentransmisikan data dalam jumlah yang sama. Efisiensi ini sangat relevan untuk mendukung keberlanjutan sistem rumah pintar, terutama di tengah meningkatnya kesadaran akan efisiensi energi dan keberlanjutan.

Selain itu, interferensi sinyal yang merupakan salah satu kelemahan utama Wi-Fi, berhasil diminimalkan dengan penggunaan Li-Fi (*Light Fidelity*). Dalam simulasi lingkungan padat perangkat, Li-Fi menunjukkan stabilitas koneksi yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan Wi-Fi. Interferensi pada Li-Fi (*Light Fidelity*) hampir tidak terdeteksi, sementara Wi-Fi mengalami penurunan kualitas sinyal hingga 35% akibat kepadatan perangkat.

Tabel 2. Perbandingan Penggunaan Energi Antara Li-Fi dan Wi-Fi

| Jenis Koneksi | Konsumsi Energi per 1 GB Data | Efisiensi (%) |
|---------------|-------------------------------|---------------|
| Li-Fi | 0,2 watt | 86 |
| Wi-Fi | 1,5 watt | 14 |

Dari hasil wawancara dengan responden, ditemukan bahwa pengguna rumah pintar memiliki ekspektasi tinggi terhadap teknologi yang mampu menawarkan koneksi lebih cepat, stabil, dan aman. Sebagian besar responden merasa bahwa Li-Fi menjawab kebutuhan tersebut, meskipun ada tantangan terkait adopsi teknologi baru, seperti biaya awal yang relatif tinggi dan kebutuhan akan edukasi pengguna. Pengembang teknologi juga mencatat bahwa integrasi perangkat IoT dengan Li-Fi (*Light Fidelity*) membutuhkan penyesuaian pada desain perangkat keras dan perangkat lunak, yang memerlukan investasi tambahan dalam penelitian dan pengembangan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa teknologi Li-Fi memiliki keunggulan signifikan dibandingkan Wi-Fi dalam mendukung koneksi IoT pada rumah pintar. Kecepatan transmisi data yang jauh lebih tinggi memungkinkan Li-Fi menjadi solusi yang ideal untuk mendukung perangkat dengan kebutuhan bandwidth besar, seperti kamera keamanan beresolusi tinggi dan sistem hiburan berbasis streaming. Li-Fi mampu mencapai kecepatan hingga 10 Gbps, menjadikannya salah satu teknologi yang

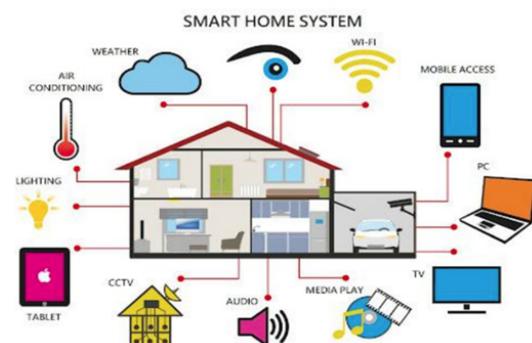
paling menjanjikan untuk aplikasi IoT di masa depan.

Latensi rendah pada Li-Fi juga menjadi faktor kunci dalam meningkatkan efisiensi rumah pintar. Latensi yang minim memastikan perangkat IoT dapat merespons perintah secara real-time, yang sangat penting untuk aplikasi seperti sistem keamanan atau pengendalian perangkat jarak jauh. Hal ini mendukung temuan Maulana (2021), yang menyoroti pentingnya latensi rendah dalam memastikan kinerja optimal perangkat IoT di rumah pintar.

Tabel 3. Tingkat Latensi pada Li-Fi dan Wi-Fi di Berbagai Skenario

| Skenario | Latensi Li-Fi (ms) | Latensi Wi-Fi (ms) |
|------------------|--------------------|--------------------|
| Ruang Terbuka | 1,1 | 13,5 |
| Ruang Tertutup | 1,3 | 16,2 |
| Lingkungan Padat | 1,4 | 18,0 |

Efisiensi energi yang lebih baik pada Li-Fi (*Light Fidelity*) tidak hanya mengurangi biaya operasional rumah pintar tetapi juga mendukung keberlanjutan lingkungan. Mengingat tingginya konsumsi energi perangkat IoT dalam skala besar, Li-Fi memberikan solusi yang lebih ramah lingkungan dibandingkan Wi-Fi. Hal ini relevan dengan laporan Kominfo (2022), yang mencatat bahwa efisiensi energi merupakan salah satu faktor utama dalam pengembangan teknologi rumah pintar di Indonesia.



Gambar 1. Ilustrasi Implementasi Li-Fi di *smart home*

Gambar 1 menampilkan implementasi teknologi Li-Fi di rumah pintar, dengan berbagai elemen yang menggambarkan cara kerja teknologi tersebut. Lampu LED berperan sebagai transmitter Li-Fi (*Light Fidelity*), memancarkan cahaya tampak yang digunakan untuk mengirimkan data ke perangkat di bawahnya. Beberapa perangkat IoT seperti kamera keamanan, speaker pintar, dan televisi terhubung dengan sinyal Li-Fi yang ditunjukkan melalui jalur cahaya unik, berbeda dari sinyal radio Wi-Fi. Ilustrasi ini mengambil latar ruang rumah pintar, seperti ruang keluarga atau ruang kerja, dengan berbagai perangkat IoT yang aktif dan saling terhubung. Jalur cahaya tampak pada gambar memberikan representasi visual bagaimana Li-Fi bekerja, menekankan efisiensi dan inovasi teknologi ini dalam mendukung ekosistem rumah pintar

Namun, penelitian ini juga mengungkap beberapa tantangan teknis dan non-teknis yang perlu diatasi untuk memastikan keberhasilan implementasi Li-Fi pada skala yang lebih luas. Dari sisi teknis, integrasi perangkat IoT dengan Li-Fi memerlukan pengembangan perangkat keras baru yang mampu memanfaatkan spektrum cahaya tampak. Selain itu, desain arsitektur jaringan yang kompatibel dengan Li-Fi (*Light Fidelity*) perlu dirancang ulang untuk memastikan interoperabilitas dengan sistem yang sudah ada. Dari sisi non-teknis, edukasi pengguna menjadi tantangan utama. Penelitian oleh Nugroho et al. (2023) menunjukkan bahwa sebagian besar pengguna di Indonesia belum familiar dengan teknologi Li-Fi, sehingga memerlukan strategi edukasi yang efektif untuk meningkatkan adopsi teknologi ini.

Hasil wawancara dengan pengembang teknologi juga menggarisbawahi pentingnya kerangka regulasi yang mendukung pengembangan dan implementasi Li-Fi. Saat ini, belum ada standar regulasi khusus untuk teknologi Li-Fi di Indonesia, yang dapat menjadi kendala dalam percepatan adopsinya. Pemerintah dan pemangku

kepentingan terkait perlu berkolaborasi untuk menyusun regulasi yang mendukung pengembangan teknologi ini.

Dari sudut pandang pengguna, biaya awal implementasi Li-Fi menjadi salah satu hambatan utama. Sebagian besar responden mencatat bahwa mereka enggan berinvestasi pada teknologi baru tanpa jaminan manfaat jangka panjang yang signifikan. Oleh karena itu, perlu adanya insentif atau subsidi dari pemerintah untuk mendorong adopsi awal teknologi Li-Fi di Indonesia. Hal ini sesuai dengan temuan (Putra et al., 2023), yang menyoroti pentingnya dukungan pemerintah dalam mendorong adopsi teknologi baru di sektor rumah pintar.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa Li-Fi memiliki potensi besar untuk mengatasi berbagai kendala yang dihadapi Wi-Fi dalam mendukung konektivitas IoT pada rumah pintar. Namun, keberhasilan implementasinya memerlukan pendekatan holistik yang mencakup pengembangan teknologi, edukasi pengguna, dan dukungan regulasi. Dengan strategi yang tepat, Li-Fi dapat menjadi salah satu pilar utama dalam pengembangan rumah pintar yang lebih efisien, aman, dan berkelanjutan di Indonesia.

D. PENUTUP

Penelitian ini mengungkap bahwa teknologi Li-Fi (*Light Fidelity*) menawarkan keunggulan signifikan dibandingkan Wi-Fi dalam mendukung konektivitas IoT pada rumah pintar. Kecepatan transmisi data yang jauh lebih tinggi, latensi yang rendah, efisiensi energi yang lebih baik, dan minimnya interferensi menjadikan Li-Fi sebagai solusi yang potensial untuk mengatasi kendala konektivitas pada sistem IoT. Meskipun demikian, implementasi Li-Fi masih menghadapi tantangan berupa kebutuhan akan pengembangan perangkat keras, edukasi pengguna, serta dukungan regulasi yang memadai. Dengan strategi yang holistik dan kolaborasi antara pemerintah, pengembang teknologi, dan

masyarakat, Li-Fi memiliki potensi besar untuk menjadi fondasi utama dalam pengembangan rumah pintar yang lebih efisien, aman, dan berkelanjutan di masa depan.

Selain itu, teknologi Li-Fi tidak hanya relevan untuk mendukung sistem rumah pintar, tetapi juga memiliki aplikasi yang luas dalam berbagai sektor lainnya seperti pendidikan, kesehatan, dan industri. Dalam sektor pendidikan, misalnya, Li-Fi dapat mendukung pembelajaran berbasis teknologi dengan koneksi yang stabil dan cepat. Dalam sektor kesehatan, teknologi ini dapat digunakan untuk sistem komunikasi yang aman di rumah sakit. Dengan pengembangan lebih lanjut, Li-Fi berpotensi menjadi solusi konektivitas masa depan yang tidak hanya efisien tetapi juga ramah lingkungan.

Melalui hasil penelitian ini, para pemangku kepentingan diharapkan dapat memahami pentingnya investasi dalam teknologi Li-Fi untuk memastikan Indonesia tetap kompetitif dalam era digital. Rekomendasi strategis yang dihasilkan dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi panduan bagi pemerintah, industri teknologi, dan masyarakat dalam mengadopsi Li-Fi secara lebih luas. Dengan demikian, teknologi ini dapat memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan kualitas hidup masyarakat serta mendukung pertumbuhan ekonomi berbasis teknologi di masa mendatang.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, A., Zaenudin, Z., Mutaqin, Z., & Samsumar, L. D. (2022). IoT-Based Smart Room Using Web Server-Based Esp32 Microcontroller. *Formosa Journal of Computer and Information Science*, 1(2), 91–98. <https://doi.org/https://doi.org/10.55927/fjeis.v1i2.1241>
- Dewi, A. S. (2011). The role of local e-government in bureaucratic reform in terong, Bantul District, Yogyakarta Province, Indonesia. *Internetworking Indonesia Journal*, 3(2), 49–56.
- Esmail, A. A., Ibrahim, M. A., Abdallah, S. M., Radwan, A. E., Elsayed, M. A., Elnakeib, N. A., Dawoud, M. S., El-Ghamry, A., Fouad, K. M., & Moawad, I. F. (2023). Smart irrigation system using IoT and machine learning methods. *2023 5th Novel Intelligent and Leading Emerging Sciences Conference (NILES)*, 362–367. <https://doi.org/10.1109/NILES59815.2023.10296736>
- Ibrahim, M., & Sugiarto, B. (2023). Rancang Bangun Rumah Pintar (Smart Home) Berbasis Internet Of Things (IoT). *Infotek: Jurnal Informatika Dan Teknologi*, 6(1), 1–10. <https://doi.org/https://doi.org/10.29408/jit.v6i1.5365>
- Jaladri, N. G., & Hardani, D. N. K. (2022). Sistem Otomasi Rumah Berbasis Internet of Things (IOT) Melalui Cloud Server dengan Pengendali Smartphone. *JRST (Jurnal Riset Sains Dan Teknologi)*, 5(2), 71–82. <https://doi.org/10.30595/jrst.v5i2.8303>
- Kominfo. (2022). *Laporan Penggunaan IoT di Indonesia*. Kementerian Komunikasi dan Informatika.
- Maulana, A. A., & Hartono, R. (2021). Rancang Bangun Sistem Pencatatan dan Alokasi Penggunaan Daya Listrik dan Debit Air Untuk Rumah Kos. *Telekontran : Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali Dan Elektronika Terapan*, 9(1), 1–12. <https://doi.org/10.34010/telekontran.v9i1.4694>
- Monita, M., & Hendri, H. (2021). Sistem Kontrol Rumah Pintar Menggunakan Kamera Berbasis IoT. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 2(1), 107–112. <https://doi.org/https://doi.org/10.24036/jtein.v1i1.8>

Putra, D. C. P., Dawami, I. R., Haq, M. R., Luthfiansyah, A. D. D., Mubarok, A., & Prasetyo, D. A. (2023). Konsep Rancang Bangun Smart Home Base Berbasis IOT untuk Skala Perumahan. *Journal of Engineering Science and Technology*, 1(2), 86–95.
<https://doi.org/10.47134/jesty.v1i2.11>

Razzaq, S., Mubeen, N., & Qamar, F. (2021). Design and Analysis of Light Fidelity Network for Indoor Wireless Connectivity. *IEEE Access*, 9, 145699–145709.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3119361>

Sani, A., & Wiliani, N. (2019). Faktor Kesiapan dan Adopsi Teknologi Informasi dalam Konteks Teknologi serta Lingkungan pada UMKM di Jakarta. *JITK: Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Komputer*, 5(1), 49–56.
<https://doi.org/https://doi.org/10.33480/jitk.v5i1.616>

Usanto, Sopian, A., Suchahyo, N., Syahrial, R., & Hiswara, I. (2024). Integrasi IoT dan Big Data Untuk Optimalisasi Logistik dan Rantai Pasokan. *Jurnal Rekayasa Informasi Swadharma (JRIS)*, 4(2), 91–99.

Usanto, U., & Dewi, C. S. (2024). Utilization Of Big Data For Personalized Online Learning: An Empirical Study In Higher Education. *Jurnal Scientia*, 13(04), 1338–1343.
<https://doi.org/https://doi.org/10.58471/scientia.v13i04.2616>