

Perkembangan Internet of Things (IoT) pada Sektor Energi : Sistematik Literatur Review

Anggy Giri Prawiyogi¹, Aang Solahudin Anwar²

^{1,2}Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Buana Perjuangan Karawang
Jl. HS.Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat 41361

anggy.prawiyogi@ubpkarawang.ac.id, aangsolahuddin@ubpkarawang.ac.id

*Corresponding Author: aangsolahuddin@ubpkarawang.ac.id

ABSTRAK

Internet of Things (IoT) memiliki potensi untuk meningkatkan konsumsi energi terbarukan, meningkatkan efisiensi energi, dan mengurangi efek lingkungan dari penggunaan energi. Esai ini merangkum materi yang telah dipublikasikan mengenai penggunaan IoT dalam sistem energi secara umum dan *smart grid* secara spesifik. Studi ini mengkaji penerapan IoT di seluruh sektor energi, mulai dari pembangkitan energi hingga transmisi dan distribusi (T&D) dan sisi permintaan, berbeda dengan literatur yang dievaluasi, di mana fokusnya biasanya pada subsektor tertentu dari sektor energi atau teknologi IoT tertentu. Sebagai hasilnya, kontribusi utama makalah ini adalah untuk menambah badan penelitian dengan memberikan manajer, ekonom, ahli energi, dan pembuat kebijakan gambaran umum yang luas mengenai keuntungan dan kerugian dari mengintegrasikan IoT di seluruh sektor energi. Di sini, kami memberikan tinjauan singkat mengenai arsitektur IoT dan teknologi yang mendukungnya untuk memeriksa bagaimana mereka. Selain itu, kami berbicara tentang teknologi yang memungkinkan *Internet of Things*, seperti komputasi awan dan berbagai platform untuk pemrosesan data. Selain itu, kami membahas masalah privasi dan keamanan yang muncul dengan implementasi IoT di sektor energi, serta beberapa solusi potensial seperti teknologi blockchain.

Keywords: Internet, *Internet of Things (IoT)*, Sistem energi, Revolusi industri.

ABSTRACT

The Internet of Things (IoT) has the potential to increase renewable energy consumption, improve energy efficiency, and reduce the environmental effects of energy use. This essay summarizes published material on the use of IoT in energy systems in general and smart grids in particular. It examines the application of IoT across the entire energy sector, from energy generation to transmission and distribution (T&D) and the demand side, in contrast to the evaluated literature, where the focus is usually on a particular subsector of the energy sector or a particular IoT technology. As a result, the main contribution of this paper is to add to the body of research by providing managers, economists, energy experts, and policymakers with a broad overview of the advantages and disadvantages of integrating IoT across the energy sector. Here, we provide a brief overview of the IoT architecture and the technologies that support it to examine how to brand. In addition, we talk about the technologies that enable the *Internet of Things*, such as cloud computing and various platforms for data processing. In addition, we discuss the privacy and security issues that arise with the implementation of IoT in the energy sector, as well as some potential solutions such as blockchain technology..

Keywords: Internet, *Internet of Things (IoT)*, Energy systems, Industrial revolution.



Anggy Giri Prawiyogi, & Aang Solahudin Anwar. (2023). Perkembangan Internet of Things (IoT) pada Sektor Energi : Sistematis Literatur Review. *Jurnal MENTARI: Manajemen, Pendidikan Dan Teknologi Informasi*, 1(2), 187–197.
<https://doi.org/10.34306/mentari.v1i2.254>

Retrieved from <https://journal.pandawan.id/mentari/article/view/254>

Notifikasi Penulis: 10 Januari 2023

Akhir Revisi: 27 Januari 2023

Terbit: 31 Januari 2023

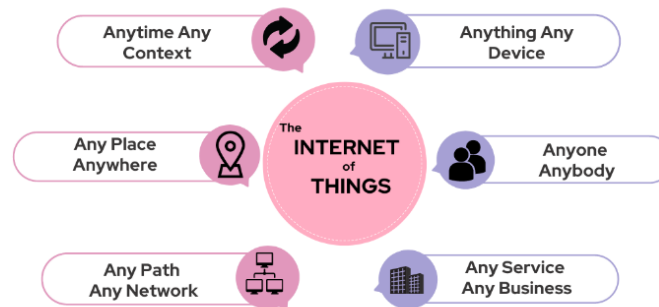
1. PENDAHULUAN

Empat fase berbeda membentuk revolusi industri [1]. Sumber energi baru untuk menggerakkan mesin ditemukan selama revolusi pertama. Tonggak perkembangan yang signifikan pada masa ini termasuk ekstraksi batu bara massal dan penciptaan pembangkit listrik tenaga uap [2]. Selama revolusi industri kedua, kadang-kadang disebut sebagai produksi massal dan pembangkit listrik, besi dan baja diproduksi dalam skala besar, yang menandai periode kemajuan industri yang cepat [3]. Banyak pabrik besar dengan jalur perakitannya dibangun selama fase ini, dan perusahaan baru juga diciptakan. Otomatisasi dalam rantai pasokan dimungkinkan oleh pengenalan komputer dan teknologi komunikasi generasi pertama revolusi ketiga, seperti jaringan telepon [1].

Revolusi industri keempat diantisipasi akan didorong oleh berbagai teknologi kontemporer, termasuk jaringan komunikasi (5G, misalnya), robot cerdas, dan *Internet of Things (IoT)*. Dengan memungkinkan komunikasi tanpa batas di antara mereka, IoT menghubungkan banyak objek, individu, proses, dan data. Untuk membuat beragam operasi menjadi lebih teramati dan terukur, IoT dapat membantu dalam peningkatannya [4]. Dengan mengumpulkan dan menganalisa banyak data, Anda dapat meningkatkan kemampuan Anda untuk mengukur dan menskalakan sesuatu. Kesehatan, kota pintar, industri bangunan dan konstruksi, pertanian, manajemen air, dan sektor energi hanyalah beberapa area di mana IoT memiliki potensi untuk meningkatkan kualitas hidup [5], [6]. Hal ini dimungkinkan dengan memberikan alat kepada pengguna untuk membuat keputusan yang lebih baik dan mengotomatisasi keputusan yang menjadi lebih baik secara real-time [7].

2. METODOLOGI PENELITIAN

Telah ada diskusi ekstensif dan tinjauan literatur mengenai penggunaan IoT di banyak industri dan sektor (misalnya). Selain itu, pemeriksaan teknis tingkat tinggi telah diberikan pada peluang dan tantangan yang terkait dengan adopsi satu atau lebih teknologi IoT, seperti sensor atau jaringan 5G [8], [9]. Sebagian besar studi survei tentang industri energi berkonsentrasi pada satu subsektor, seperti bangunan atau potensi teknis dari teknologi IoT tertentu dalam industri ini [10]. Aplikasi rumah pintar IoT telah dipelajari, bersama dengan potensi untuk mengintegrasikannya ke dalam lingkungan yang mendukung IoT [11]. Dalam penelitian mereka, Hui et al. Dengan hanya menggunakan sisi permintaan energi sebagai fokus, pendekatan, perkembangan kontemporer, dan implementasi 5G diperiksa. Dalam artikel Khatua dkk. tentang kesesuaian transfer data IoT dan protokol komunikasi untuk implementasi dalam smart grid, dijelaskan bagaimana IoT dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi energi di gedung dan transportasi umum [12]. Studi ini mengkaji penerapan IoT di seluruh sektor energi, mulai dari pembangkitan energi hingga transmisi dan distribusi (T&D) dan sisi permintaan, berbeda dengan literatur yang dievaluasi, di mana fokusnya biasanya pada subsektor tertentu dari sektor energi atau teknologi IoT tertentu [13].



Gambar 1. Konsep Internet of things (IoT)

Menurut *Coordinator and Support Action for Global RFID-related Activities Standardisation (CASAGRAS)*, *Internet of things (IoT)* merupakan infrastruktur koneksi jaringan global yang dapat menghubungkan benda fisik dengan *virtual* melalui teknologi komunikasi [14]. Secara sederhana, IoT mampu menyediakan layanan bagi pengguna agar dapat berkomunikasi dengan perangkat keras melalui koneksi jaringan internet. Komunikasi yang dimaksudkan ialah, proses transfer dan *receive* data dari pengguna ke perangkat ataupun sebaliknya.

Sebagai hasilnya, kontribusi utama makalah ini adalah untuk menambah badan penelitian dengan memberikan manajer, ekonom, ahli energi, dan pembuat kebijakan gambaran umum yang luas mengenai keuntungan dan kerugian dari mengintegrasikan IoT di seluruh sektor energi. Di sini, kami memberikan tinjauan singkat mengenai arsitektur IoT dan teknologi yang mendukungnya untuk memeriksa bagaimana mereka berhubungan dengan industri energi.

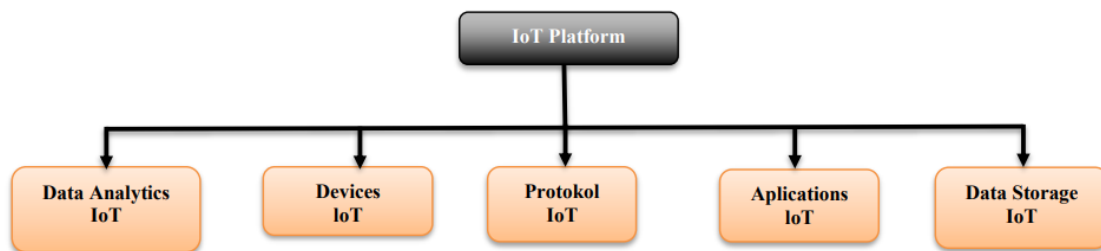
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Internet of Things (IoT)

Untuk menghubungkan objek-objek aktual, yang biasa disebut sebagai "things" (perangkat fisik), IoT adalah teknologi baru yang memanfaatkan Internet [13]. Peralatan untuk rumah dan mesin untuk tempat kerja adalah beberapa contoh gadget fisik. Gadget-gadget ini dapat menyampaikan informasi dengan memanfaatkan sensor dan jaringan koneksi yang sesuai. Informasi penting dan memungkinkan menyediakan berbagai layanan kepada konsumen. Misalnya, mengurangi biaya energi dapat dicapai dengan mengelola penggunaan energi bangunan secara efektif [15]. Industri manufaktur, logistik, dan konstruksi hanyalah beberapa contoh dari sekian banyak industri di mana IoT digunakan [16]. Selain itu, IoT sering digunakan dalam layanan berbasis drone, sistem dan layanan kesehatan, dan manajemen energi yang efektif dalam bangunan. serta layanan dan struktur berbasis drone [17][18].

Pemilihan komponen IoT, seperti perangkat sensor, protokol komunikasi, penyimpanan data, dan komputasi, harus sesuai dengan aplikasi yang diinginkan saat membuat aplikasi IoT, yang merupakan tahap pertama dalam merancang sistem IoT. Penggunaan komputasi harus sesuai dengan tujuan yang diinginkan. Untuk mengoperasikan pemanas, pendingin, dan pendingin udara (HVAC) di sebuah gedung, misalnya, *platform* IoT perlu menggunakan sensor lingkungan yang relevan dan teknologi komunikasi yang tepat [19]. Berbagai bagian dari platform IoT digambarkan pada Gambar 1 [20]. Sensor, aktuator, *gateway* IoT, dan perangkat lain yang berpartisipasi dalam siklus pengumpulan,

transmisi, dan pemrosesan data adalah contoh perangkat IoT, yang membentuk komponen kedua dari *platform* IoT. Salah satu perangkat tersebut adalah *gateway* IoT, yang memungkinkan komunikasi dua arah antara perangkat dan gateway serta merutekan data ke sistem IoT.



Gambar 1. Diagram yang menjelaskan komponen platform IoT.

Elemen ketiga dari *platform IoT* adalah protokol komunikasi, yang memungkinkan berbagi data dan komunikasi antara berbagai perangkat dan pengontrol atau hub pengambilan keputusan. Tergantung pada persyaratan aplikasi, *platform IoT* memberikan kebebasan kepada pengguna untuk memilih jenis teknologi komunikasi (yang masing-masing memiliki kemampuan unik). *Wi-Fi*, *Bluetooth*, *ZigBee*, dan teknologi seluler seperti jaringan LTE-4G dan 5G adalah beberapa contoh dari teknologi ini [21][22]. Elemen keempat dari *platform IoT* yang memfasilitasi administrasi data yang dikumpulkan dari sensor adalah penyimpanan data.

Jumlah data yang dikumpulkan dari perangkat sangat besar, secara teori. Hal ini membutuhkan strategi penyimpanan data yang efektif, yang dapat diimplementasikan pada tepi jaringan IoT atau pada *server cloud*. Elemen kelima dari *platform IoT* adalah penyimpanan data yang digunakan untuk analisis Kerangka kerja IoT. Keputusan mengenai cara mengoperasikan aplikasi dibuat melalui analisis data baik analisis data offline maupun *real-time* dimungkinkan, tergantung pada situasinya. Dalam analisis offline, data yang diperoleh pertama kali ditampilkan di tempat dengan alat visualisasi setelah disimpan. Analisis *real-time* menggunakan *edge* atau *server cloud* untuk memberikan visualisasi, seperti *flow analytics* [23].

3.2. IoT di Bidang Energi

Bahan bakar fosil, yang menyumbang lebih dari 80% energi akhir yang dikonsumsi di seluruh dunia saat ini, sangat penting bagi sektor energi [24]. Akibat polusi udara dan perubahan iklim, ekstraksi dan pembakaran bahan bakar fosil yang berlebihan memiliki efek negatif terhadap lingkungan, kesehatan manusia, dan ekonomi. Dua opsi utama untuk meminimalkan konsumsi energi adalah penggunaan sumber energi terbarukan dan efisiensi energi, yang didefinisikan sebagai penggunaan lebih sedikit energi untuk memberikan layanan yang sama. Dua pengganti utama untuk mengurangi efek negatif dari penggunaan bahan bakar fosil adalah sumber energi [25]

Penggunaan IoT dalam sektor energi tercakup dalam area ini, termasuk segala sesuatu mulai dari pengangkutan sampah hingga operasi dan pemeliharaan (O&M) pembangkit listrik hingga penciptaan dan pemanfaatan sumber energi baru. Dengan IoT, emisi CO₂ dan tingkat kerugian bisa sangat berkurang. Pemantauan konsumsi energi *real-time* dan peningkatan jaminan aliran energi pada setiap tingkat tekanan ratchet juga merupakan kemampuan sistem manajemen energi berbasis IoT [26]. Topik pertama yang dibahas dalam bagian ini adalah penggunaan IoT selama proses produksi energi.

Ide "kota pintar" kemudian diperkenalkan, yang berfungsi sebagai frasa umum untuk berbagai subsistem berbasis IoT termasuk jaringan pintar, bangunan pintar, manufaktur pintar, dan transportasi pintar. Setelah itu, kami akan berbicara secara spesifik tentang masing-masing elemen yang disebutkan di atas.

IoT dan Pembangkit Energi

Sinkronisasi data, kontrol proses industri, dan akuisisi sistem populer selama tahun 1990-an di industri listrik. Fase awal IoT mulai membantu sektor listrik dengan menurunkan risiko kehilangan output atau pemadaman dengan memantau dan mengatur peralatan dan operasi [27]. Masalah utama dengan pembangkit listrik yang sudah tua adalah ketergantungan, efisiensi, efek lingkungan, dan persyaratan pemeliharaan. Tingkat kehilangan energi yang tinggi dan tidak dapat diandalkan dapat disebabkan oleh penuaan peralatan yang digunakan dalam industri tenaga listrik dan masalah pemeliharaan yang tidak memadai. Terkadang aset yang sangat mahal dan sulit untuk diganti sudah berusia lebih dari 40 tahun. Beberapa kesulitan dalam mengelola pembangkit listrik ini dapat dikurangi dengan IoT. Perangkat yang terhubung ke internet dapat mengidentifikasi masalah operasional atau penurunan yang tidak biasa dalam efisiensi energi dengan menyebarkan sensor IoT, meningkatkan kekhawatiran tentang perlunya pembangkit listrik baru. efisiensi energi, peringatan akan kebutuhan pemeliharaan. Selain menurunkan biaya pemeliharaan, hal ini meningkatkan efisiensi dan ketergantungan sistem [28].

Tabel 1. Penerapan IoT pada bidang energi (1): regulasi, pasar, dan sisi suplai energi.

Aplikasi	Sektor	Keterangan	Manfaat
Regulasi demokrasi sasi energi		Menyediakan akses ke jaringan untuk banyak pengguna akhir kecil untuk perdagangan listrik peer to peer dan memilih pemasok secara bebas.	Mengurangi hierarki dalam rantai pasokan energi, kekuatan pasar, dan pasokan terpusat; mencairkan pasar energi dan menurunkan harga untuk konsumen; dan menciptakan kesadaran akan penggunaan dan efisiensi energi.
Agregasi prosumer kecil (pembangkit listrik virtual)	pasar energi	Mengumpulkan beban dan pembangkitan sekelompok pengguna akhir untuk ditawarkan ke pasar listrik, keseimbangan, atau cadangan	Memobilisasi beban kecil untuk berpartisipasi dalam pasar yang kompetitif; membantu jaringan dengan mengurangi beban pada waktu puncak; Melindungi risiko tagihan listrik yang tinggi pada jam sibuk; dan meningkatkan fleksibilitas jaringan dan mengurangi kebutuhan untuk menyeimbangkan aset; Menawarkan profitabilitas kepada konsumen
Pemeliharaan	Industri/perusahaan utilitas	Pemantauan kesalahan, kebocoran, dan kelelahan	Mengurangi risiko kegagalan, kehilangan

preventif	hulu migas	dengan menganalisis data besar yang dikumpulkan melalui sensor statis dan seluler atau kamera	produksi, dan waktu henti pemeliharaan; mengurangi biaya O&M; dan mencegah kecelakaan serta meningkatkan keselamatan.
Pemeliharaan masalah	Industri/perusahaan utilitas hulu migas	Mengidentifikasi kegagalan dan masalah dalam jaringan energi dan kemungkinan memperbaikinya secara virtual.	Meningkatkan kehandalan suatu layanan; meningkatkan kecepatan dalam memperbaiki kebocoran pada pemanas distrik atau kegagalan pada jaringan listrik; dan mengurangi waktu pemeliharaan dan risiko kesehatan/keselamatan.
Penyimpanan energi dan analitik	Pemasok industri atau perusahaan utilitas	Menganalisis data pasar dan kemungkinan mengaktifkan opsi fleksibilitas seperti penyimpanan energi dalam sistem.	Mengurangi risiko ketidakseimbangan penawaran dan permintaan; meningkatkan profitabilitas dalam perdagangan energi dengan penggunaan opsi fleksibel dan penyimpanan yang optimal; dan memastikan strategi yang optimal untuk aset penyimpanan
Pembangkit listrik digital	Perusahaan utilitas & operator sistem	Menganalisis data besar dan mengendalikan banyak unit pembangkit pada skala waktu yang berbeda	Meningkatkan keamanan pasokan; meningkatkan penggunaan dan manajemen aset; mengurangi biaya penyediaan kapasitas cadangan; mempercepat respons terhadap hilangnya beban; dan mengurangi risiko pemadaman listrik.

Banyak negara mendorong RES dalam upaya untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dan lebih mengandalkan sumber energi domestik. Sistem energi menghadapi hambatan baru yang dikenal sebagai "kesulitan intermitensi" ketika menggunakan sumber energi terbarukan yang bergantung pada cuaca atau variabel (VRE), seperti angin dan energi surya. potensi energi surya fluktuasi pasokan dan permintaan, yang menghasilkan ketidakcocokan dalam berbagai skala waktu, menyulitkan untuk mencocokkan pembangkitan energi dengan permintaan dalam sistem energi dengan persentase VRE yang signifikan. Pada gilirannya, hal ini dapat mengurangi kesulitan dalam mengimplementasikan VRE, yang mengarah ke persentase integrasi energi bersih yang lebih besar dan emisi gas rumah kaca yang lebih rendah [29]. Sistem IoT memberikan fleksibilitas dalam menyeimbangkan pembangkitan dengan permintaan. Selain itu, dengan memanfaatkan algoritma pembelajaran mesin, yang membantu menentukan koordinasi terbaik dari berbagai teknologi pasokan dan permintaan, IoT dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi energi [30]. Algoritme kecerdasan buatan, misalnya, dapat digunakan untuk menyeimbangkan output daya pembangkit listrik termal dengan sumber pembangkit listrik

internal, seperti menggabungkan beberapa panel PV surya skala kecil dan pasar. Penggunaan IoT dalam industri energi diuraikan dalam Tabel 1, dimulai dengan regulasi pasokan energi

Tabel 2. Penerapan IoT pada sektor energi (2): jaringan energi dan sisi permintaan.

Aplikasi	Sektor	Keterangan	Manfaat
Jaringan pintar	Manajemen jaringan listrik	Sebuah platform untuk mengoperasikan grid menggunakan data besar dan teknologi TIK sebagai lawan dari grid tradisional	Meningkatkan efisiensi energi dan integrasi pembangkit dan beban terdistribusi; meningkatkan keamanan pasokan; dan mengurangi kebutuhan akan kapasitas pasokan cadangan dan biaya.
Manajemen jaringan	Operasi & manajemen jaringan listrik	Menggunakan data besar di berbagai titik grid untuk mengelola grid lebih optimal.	Mengidentifikasi titik lemah dan memperkuat jaringan yang sesuai dan mengurangi risiko pemadaman listrik
Kontrol terpadu armada kendaraan listrik (EV)	Operasi & manajemen jaringan listrik	Menganalisis data pengisian daya Jaringan listrik Aplikasi stasiun dan siklus pengisian/pengosongan EV.	Meningkatkan respons terhadap permintaan pengisian daya pada waktu puncak; menganalisis dan memperkirakan dampak EV pada beban; dan mengidentifikasi area untuk memasang stasiun pengisian baru dan penguatan jaringan distribusi.
Kontrol dan pengelolaan kendaraan ke jaringan (V2G)	Operasi & manajemen jaringan listrik	Menganalisis pola beban dan pengisian/pengosongan EV untuk mendukung jaringan saat diperlukan.	Meningkatkan fleksibilitas sistem dengan mengaktifkan EV dalam memasok listrik ke jaringan; Mengurangi kebutuhan kapasitas cadangan selama jam sibuk Kontrol dan manajemen armada EV untuk menawarkan interaksi yang optimal antara jaringan listrik dan EVs.
Microgrid	Jaringan listrik	Platform untuk mengelola grid independen dari grid pusat.	Meningkatkan keamanan pasokan; menciptakan interoperabilitas dan fleksibilitas antara microgrid dan jaringan utama; dan menawarkan harga listrik yang stabil untuk konsumen yang terhubung ke jaringan mikro.
Kontrol dan manajemen dari Pemanasan distrik jaringan (DH)	jaringan DH	Menganalisis data besar suhu dan beban di jaringan dan konsumen yang terhubung.	Meningkatkan efisiensi jaringan dalam memenuhi permintaan; mengurangi suhu suplai air panas dan menghemat energi jika memungkinkan; dan mengidentifikasi titik kisi dengan kebutuhan penguatan.
Respon permintaan	Perumahan/ komersial &	Kontrol pusat (yaitu, dengan menumpahkan, menggeser, atau	Mengurangi permintaan pada waktu puncak, yang dengan sendirinya mengurangi

	industri	meratakan.	kemacetan jaringan.
Tanggapan permintaan (manajemen sisi permintaan)	Perumahan/ komersial & industri	Kontrol pusat (yaitu, dengan menumpahkan, menggeser, atau meratakan; beban banyak konsumen dengan menganalisis beban dan pengoperasian peralatan.	Mengurangi permintaan pada waktu puncak, yang dengan sendirinya mengurangi kemacetan jaringan; mengurangi tagihan listrik konsumen; dan mengurangi kebutuhan investasi dalam kapasitas cadangan jaringan.
Infrastruktur pengukuran lanjutan	Pengguna akhir	Menggunakan sensor dan perangkat untuk mengumpulkan dan menganalisis data beban dan suhu di situs konsumen	Memiliki akses ke variasi beban terperinci dalam skala waktu yang berbeda; mengidentifikasi area untuk meningkatkan efisiensi energi (misalnya ruangan yang terlalu ber-AC atau lampu tambahan saat tidak ada penghuni); dan mengurangi biaya penggunaan energi.
Manajemen energi baterai	Pengguna akhir	Analitik data untuk mengaktifkan baterai pada waktu yang paling sesuai	Strategi optimal untuk pengisian/pengosongan baterai dalam skala waktu yang berbeda; meningkatkan efisiensi energi dan membantu jaringan pada waktu puncak; dan mengurangi biaya penggunaan energi.
Bangunan pintar	Pengguna akhir	Kontrol peralatan dan perangkat terpusat dan jarak jauh.	Meningkatkan kenyamanan dengan kontrol peralatan dan sistem HVAC yang optimal; mengurangi intervensi manual, menghemat waktu dan energi; meningkatkan pengetahuan tentang penggunaan energi dan dampak lingkungan; meningkatkan kesiapan untuk bergabung dengan smart grid atau pembangkit listrik virtual; dan peningkatan integrasi pembangkit terdistribusi dan sistem penyimpanan.

4. KESIMPULAN

Masa transisi baru akan segera dimulai dalam sistem energi. Strategi terpadu seluruh sistem diperlukan untuk mengurangi dampak sosial-ekonomi dan lingkungan dari sistem energi karena penyebaran VRE yang meluas dalam sistem energi terdistribusi dan persyaratan untuk konsumsi energi yang efisien. Sistem energi yang terintegrasi secara luas diperlukan untuk mengurangi efek sistem energi pada masyarakat, ekonomi, dan lingkungan. Dalam hal ini, teknologi mutakhir seperti Internet of Things (IoT) dapat membantu sektor energi dalam melakukan transisi dari rantai pasokan hirarkis yang terpusat ke sistem yang terdesentralisasi, cerdas, dan terdesentralisasi.

Dari pembangkitan ke jaringan energi hingga sektor penggunaan akhir, kami mengkategorikan banyak kasus penggunaan IoT di setiap tautan dalam rantai pasokan energi. Manfaat sistem dari sistem manajemen energi berbasis IoT dalam meningkatkan efektivitas energi dan menggabungkan energi terbarukan diperiksa, dan hasilnya disajikan. dan kesimpulan dirangkum setelah diskusi. Kami membahas tentang berbagai bagian dari sistem IoT, seperti teknologi komunikasi dan sensor yang memungkinkan, sehubungan dengan bagaimana teknologi tersebut dapat digunakan dalam industri energi, seperti sensor suhu, kelembapan, cahaya, kecepatan, inframerah pasif, dan proximity. Kami berbicara tentang platform analisis data dan komputasi awan, yang merupakan analisis data dan teknologi visualisasi yang dapat digunakan untuk berbagai aplikasi energi pintar, dari bangunan hingga kota pintar.

Kami memeriksa banyak lapisan aplikasi IoT dalam rantai pasokan energi, seperti smart grid, bangunan pintar, dan transportasi cerdas. Kami membahas beberapa kesulitan yang terkait dengan implementasi IoT dalam sektor energi, seperti kesulitan identifikasi item, manajemen data besar, masalah konektivitas dan ketidakpastian, integrasi subsistem, keamanan dan privasi, dan tuntutan energi dari sistem IoT. Kami mengidentifikasi beberapa pendekatan untuk masalah-masalah ini sebagai topik penelitian potensial di masa depan, termasuk teknologi blockchain dan IoT hijau.

SARAN

Sejumlah tantangan terkait IoT di sektor energi, seperti yang terkait dengan identifikasi objek, mengelola data yang sangat besar, menangani konflik dan ketidakpastian, mengintegrasikan sistem, dan mengelola risiko. serta privasi, standardisasi, dan persyaratan desain arsitektur untuk sistem energi IoT. Kami memiliki beberapa solusi untuk masalah ini, termasuk penggunaan teknologi blockchain dan *Internet of Things (IoT)* hijau sebagai area penelitian awal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Karya ini didukung oleh para dosen universitas raharja, dengan partisipasinya yang telah membantu memberikan beberapa solusi untuk masalah ini, termasuk penggunaan teknologi blockchain dan *Internet of Things (IoT)* hijau sebagai area penelitian awal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. J. Harahap, "Mahasiswa Dan Revolusi Industri 4.0," *Ecobisma (Jurnal Ekonomi, Bisnis Dan Manajemen)*, vol. 6, no. 1, pp. 70–78, 2019, doi: 10.36987/ecobi.v6i1.38.
- [2] A. S. Marsudi and Y. Widjaja, "Industri 4.0 dan Dampaknya Terhadap Financial Technology serta Kesiapan Tenaga Kerja Di Indonesia," *Ikraith Ekonomika*, vol. 2, no. 2, pp. 1–10, 2019.
- [3] S. Yana, N. Ibrahim, A. A. Zubir, and T. M. Zulfikar, "Dampak Ekspansi Biomassa sebagai Energi Terbarukan : Kasus Energi Terbarukan Indonesia," vol. VII, no. 4, pp. 4036–4050,

- 2022.
- [4] U. G. Mada, "BERKELANJUTAN DI INDONESIA MODELING INDICATORS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT," pp. 61–74, 2015.
 - [5] W. P. Setiyono, *Financial technology*. 2021.
 - [6] S. Salsabila and D. Kasoni, "Prototype Smart Home Berbasis Internet of Things untuk Meningkatkan Efisiensi Penggunaan Listrik," vol. VII, no. 1, pp. 1–8, 2021.
 - [7] H. Dai, S. Member, Z. Zheng, S. Member, Y. Zhang, and S. Member, "Blockchain for Internet of Things : A Survey," pp. 1–19.
 - [8] M. Santo Gitakarma and L. Putu Ary Sri Tjahyanti, "Peranan Internet of Things Dan Kecerdasan Buatan Dalam Teknologi Saat Ini," *Jurnal Komputer dan Teknologi Sains (KOMTEKS)*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2022.
 - [9] I. Yahya, Btari Puspa, Krisnadi, "Analisa Perbandingan Kualitas Mobile Edge Computing VR (Virtual Reality) dan AR (Augmented Reality) dalam bidang Teknologi 5G," pp. 5–8, 2015.
 - [10] H. Jurnal and H. U. Jurnal, "<http://ejurnal.stie-trianandra.ac.id/index.php/jupkom>," vol. 1, no. 3, 2022.
 - [11] W. Najib, S. Sulistyo, and Widyawan, "Tinjauan Ancaman dan Solusi Keamanan pada Teknologi Internet of Things (Review on Security Threat and Solution of Internet of Things Technology)," *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi* /, vol. 9, no. 4, pp. 375–384, 2020.
 - [12] B. Triandi, "Keamanan Informasi secara Aksiologi Dalam Menghadapi Era Revolusi Industri 4.0," *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, vol. 6, no. 5, pp. 477–483, 2019, [Online]. Available: <http://ejurnal.stmik-budidarma.ac.id/index.php/jurikom/article/view/1556>
 - [13] J. A. Prabowo and H. Dhika, "Safe Routing Model and Balanced Load Model for Wireless Sensor Network," *Cyberspace: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, vol. 5, no. 1, p. 44, 2021, doi: 10.22373/cj.v5i1.8420.
 - [14] C. S. Bangun and N. A. Santoso, "Inovasi Pengembangan Kartu Ujian Online pada Web Portal dengan Metode Waterfall," *Jurnal MENTARI: Manajemen, Pendidikan dan Teknologi Informasi*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2022.
 - [15] M. Pahrurrozi, "Adaptive Classroom Berbasis IoT (Internet of Things), Manajemen Penggunaan Air Conditioner (AC) Secara Otomatis," *Adaptive Classrom Berbasis IOT (Internet Of Things), Manajemen Penggunaan Air Conditioner(AC) Secara Otomatis*, 2020.
 - [16] J. Tarantang, A. Awwaliyah, M. Astuti, and M. Munawaroh, "Perkembangan Sistem Pembayaran Digital Pada Era Revolusi Industri 4.0 Di Indonesia," *Jurnal Al-Qardh*, vol. 4, no. 1, pp. 60–75, 2019, doi: 10.23971/jaq.v4i1.1442.
 - [17] K. A. P. da Costa, J. P. Papa, C. O. Lisboa, R. Munoz, and V. H. C. de Albuquerque, "Internet of Things: A survey on machine learning-based intrusion detection approaches," *Computer Networks*, vol. 151, pp. 147–157, 2019, doi: 10.1016/j.comnet.2019.01.023.
 - [18] F. Zulfiriansyah, S. Syahririni, and M. N. Habibi, "Air Quality Monitoring System using Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Quadcopter Type," *Procedia of Engineering and Life Science*, vol. 2, no. 2, pp. 2–8, 2022, doi: 10.21070/pels.v2i2.1244.
 - [19] Y. Fahrimal, M. Reza, and A. Tjoetra, "Revolusi Industri 4.0 Dalam Penguatan Kesiapsiagaan Bencana Di Indonesia," *Communication*, vol. 10, no. 2, p. 128, 2019, doi: 10.36080/comm.v10i2.893.
 - [20] M. Wimala and K. Imanuela, "Perkembangan Internet of Things di Industri Konstruksi," *Journal of Sustainable Construction*, vol. 1, no. 2, pp. 43–51, 2022, doi: 10.26593/josc.v2i1.5701.
 - [21] S. Wijethilaka and M. Liyanage, "Survey on Network Slicing for Internet of Things Realization in 5G Networks," *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, vol. 23, no. 2, pp. 957–994, 2021, doi: 10.1109/COMST.2021.3067807.
 - [22] H. P. Hanifah, "Survey of Future Internet of Thing," *ITEJ (Information Technology Engineering Journals)*, vol. 5, no. 1, pp. 25–36, 2020, doi: 10.24235/itej.v5i1.41.
 - [23] N. Azman, *Internet Of Things dan Kecerdasan Buatan: Pengenalan, Penerapan, dan Studi Kasus Industri*. 2019. [Online]. Available:

- <http://weekly.cnbnews.com/news/article.html?no=124000>
- [24] M. Taufiqurrohman and M. Yusuf, "Pemanfaatan Energi Terbarukan dalam Pengolahan Daur Ulang Limbah," *Jurnal MENTARI: Manajemen, Pendidikan dan Teknologi Informasi*, vol. 1, no. 1, pp. 46–57, 2022.
- [25] F. KARTIKASARI, "Dampak Peningkatan Produksi Energi Terbarukan Uni Eropa Terhadap Pasar Minyak Dan Gas Rusia Di Uni Eropa," *Skripsi Fisip Lulusan Tahun 2021*, 2021, [Online]. Available: http://repo.jayabaya.ac.id/1348/1/Skripsi_Fitri_Kartikasari%28Fisip2017%29.pdf
- [26] J. Parung, S. Larissa, A. Santoso, and D. N. Prayogo, "PENGUNAAN TEKNOLOGI BLOKCHAIN, INTERNET OF THINGS DAN ARTIFIAL INTELLIGENCE UNTUK MENDUKUNG KOTA CERDAS. Studi kasus: Supply ...," 2021, [Online]. Available: [http://repository.ubaya.ac.id/id/eprint/41036%0Ahttp://repository.ubaya.ac.id/41036/6/Full version-Block chain dan AI untuk mendukung Smart Cities - edited.pdf](http://repository.ubaya.ac.id/id/eprint/41036%0Ahttp://repository.ubaya.ac.id/41036/6/Full%20version-Block%20chain%20dan%20AI%20untuk%20mendukung%20Smart%20Cities%20-%20edited.pdf)
- [27] C. Lukita and A. Faturahman, "Perkembangan FinTech Terhadap Crowdfunding dan Blockchain di era Disrupsi 4.0," *Jurnal MENTARI: Manajemen, Pendidikan dan Teknologi Informasi*, vol. 1, no. 1, pp. 9–19, 2022.
- [28] K. D. Nusandari, R. Widayanti, Y. F. Achmad, A. H. Azizah, and N. A. Santoso, "Analisis Kesuksesan Pengguna Tangerang Live menggunakan Information System Success Model (ISSM)," *Jurnal MENTARI: Manajemen, Pendidikan dan Teknologi Informasi*, vol. 1, no. 1, pp. 77–88, 2022.
- [29] A. A. Firdaus, "Pemantauan Kecepatan Turbin Angin Sumbu Vertikal Secara Real-time Berdasarkan Internet of Things," *ALINIER: Journal of Artificial Intelligence & Applications*, vol. 3, no. 1, pp. 1–7, 2022, doi: 10.36040/aliner.v3i1.4758.
- [30] U. Indonesia, A. Yudistriansyah, F. Teknik, P. Studi, T. Elektro, and K. M. Telekomunikasi, "Maturity level," 2019.