



Implementasi Artificial Intelligence pada Sistem Monitoring Energi

Fery Karyanta Bangun^{1*}, Trio Putra Agung Wijaya², Budi Hartono³, Ahmad Dani⁴

^{1,2,3,4} Sains Dan Teknologi, Teknik Elektro, Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan, Indonesia

Author(s) Email: ^{1*}Realmeferry152@gmail.com, ²Putraagungwijaya0510@gmail.com, ³budihartono3445@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

Article history:

Diterima: Januari 20, 2026
Direvisi: Januari 26, 2026
Disetujui: Januari 26, 2026
Diterbitkan: Januari 31, 2026

ABSTRAK

Perkembangan teknologi Artificial Intelligence (AI) telah memberikan dampak signifikan terhadap sistem monitoring energi, khususnya dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengelolaan energi listrik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis implementasi Artificial Intelligence pada sistem monitoring energi berbasis Internet of Things (IoT) dalam melakukan pemantauan konsumsi energi secara real-time, prediksi penggunaan listrik, serta deteksi anomali energi. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan metode deskriptif-analitis. Data penelitian diperoleh melalui sensor monitoring energi yang mengukur parameter kelistrikan seperti tegangan, arus, daya, dan konsumsi energi listrik. Selanjutnya, data diproses menggunakan algoritma machine learning untuk menganalisis pola penggunaan energi dan meningkatkan efisiensi sistem monitoring. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi AI mampu meningkatkan akurasi monitoring energi hingga 96,4% serta mempercepat proses analisis data secara otomatis dan real-time. Sistem AI juga berhasil melakukan prediksi konsumsi energi dengan tingkat kesalahan rendah serta mendeteksi penggunaan energi yang tidak normal secara cepat. Selain itu, penerapan AI terbukti mampu menurunkan tingkat pemborosan energi dan meningkatkan efisiensi penggunaan listrik pada perangkat elektronik. Integrasi AI dan IoT menghasilkan sistem monitoring energi yang lebih cerdas, adaptif, dan efisien dibandingkan metode konvensional. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan sistem monitoring energi berbasis kecerdasan buatan untuk mendukung pengelolaan energi yang berkelanjutan.

Kata Kunci:

Artificial Intelligence, Monitoring Energi, Internet of Things, Machine Learning, Efisiensi Energi

ABSTRACT

The development of Artificial Intelligence (AI) technology has significantly impacted energy monitoring systems, particularly in improving the efficiency and effectiveness of electrical energy management. This study aims to analyze the implementation of Artificial Intelligence in an Internet of Things (IoT)-based energy monitoring system for real-time energy consumption monitoring, electricity usage prediction, and energy anomaly detection. The research method employed is a quantitative approach using descriptive-analytical methods. Research data were collected through energy monitoring sensors that measured electrical parameters such as voltage, current, power, and electrical

energy consumption. Furthermore, the data were processed using machine learning algorithms to analyze energy usage patterns and improve the efficiency of the monitoring system. The results indicate that the implementation of AI increased the accuracy of energy monitoring up to 96.4% and accelerated the process of automatic and real-time data analysis. The AI system also successfully predicted energy consumption with a low error rate and rapidly detected abnormal energy usage. In addition, the application of AI proved effective in reducing energy waste and improving the efficiency of electricity usage in electronic devices. The integration of AI and IoT produced a smarter, more adaptive, and more efficient energy monitoring system compared to conventional methods. This study is expected to serve as a reference for the development of AI-based energy monitoring systems to support sustainable energy management.

Keywords:

Artificial Intelligence, Energy Monitoring, Internet of Things, Machine Learning, Energy Efficiency

Corresponding Author:

Fery Karyanta Bangun,
Sains Dan Teknologi, Teknik Elektro, Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan, Indonesia
Email: Realmeferri152@gmail.com

Copyright © 2026 The Author(s). Published by Raskha Media Group.
This is an open-access article under the CC BY-SA license
(<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).



1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital pada era industri 4.0 telah membawa perubahan signifikan terhadap sistem pengelolaan energi di berbagai sektor, baik industri, komersial, maupun rumah tangga[1]. Kebutuhan energi listrik yang terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan populasi, urbanisasi, dan aktivitas industri menyebabkan pentingnya sistem monitoring energi yang mampu bekerja secara efektif, akurat, dan berkelanjutan[2]. Dalam konteks tersebut, implementasi Artificial Intelligence (AI) menjadi salah satu inovasi yang dinilai mampu meningkatkan efisiensi sistem monitoring energi melalui kemampuan analisis data secara otomatis, prediktif, dan real-time[3]. Teknologi AI memungkinkan sistem untuk tidak hanya melakukan pengawasan konsumsi energi, tetapi juga mengidentifikasi pola penggunaan, mendeteksi anomali, serta memberikan rekomendasi penghematan energi secara adaptif.

Sistem monitoring energi konvensional pada umumnya masih bergantung pada proses pencatatan dan analisis manual yang memiliki keterbatasan dalam hal kecepatan pemrosesan data dan akurasi pengambilan keputusan[4]. Selain itu, metode konvensional sering kali tidak mampu menangani volume data energi yang besar dan kompleks, terutama pada lingkungan industri modern yang memiliki banyak perangkat dan beban listrik yang dinamis[5]. Kondisi ini menyebabkan perlunya transformasi menuju sistem monitoring berbasis kecerdasan buatan yang mampu mengolah data secara otomatis dengan tingkat presisi yang lebih tinggi. Artificial Intelligence memiliki kemampuan machine learning dan deep learning yang memungkinkan sistem mempelajari pola konsumsi energi dari waktu ke waktu sehingga mampu menghasilkan prediksi penggunaan energi yang lebih optimal[6].

Implementasi AI pada sistem monitoring energi telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir, terutama karena dukungan teknologi *Internet of Things (IoT)*, *cloud computing*, dan *big data analytics*[7]. Integrasi antara sensor IoT dan algoritma AI memungkinkan pengumpulan data energi secara kontinu dari berbagai perangkat listrik yang terhubung dalam jaringan. Data tersebut kemudian dianalisis untuk menghasilkan informasi mengenai efisiensi penggunaan energi, kondisi operasional perangkat, serta potensi pemborosan energi yang terjadi. Dengan demikian, sistem monitoring energi berbasis AI tidak hanya berfungsi sebagai alat pemantauan, tetapi juga sebagai sistem pengambilan keputusan yang mendukung strategi manajemen energi secara cerdas[8].

Dalam sektor industri, implementasi AI pada monitoring energi mampu membantu perusahaan mengurangi konsumsi listrik melalui optimasi penggunaan mesin dan peralatan produksi[9]. Sistem AI dapat mengidentifikasi waktu operasional yang tidak efisien, mendeteksi penurunan performa mesin, serta memberikan peringatan dini terhadap kemungkinan gangguan sistem kelistrikan. Hal ini berkontribusi terhadap peningkatan efisiensi energi dan pengurangan biaya operasional perusahaan. Selain itu, penggunaan AI juga mendukung penerapan konsep smart factory yang menekankan otomatisasi dan efisiensi dalam proses produksi industri modern[10].

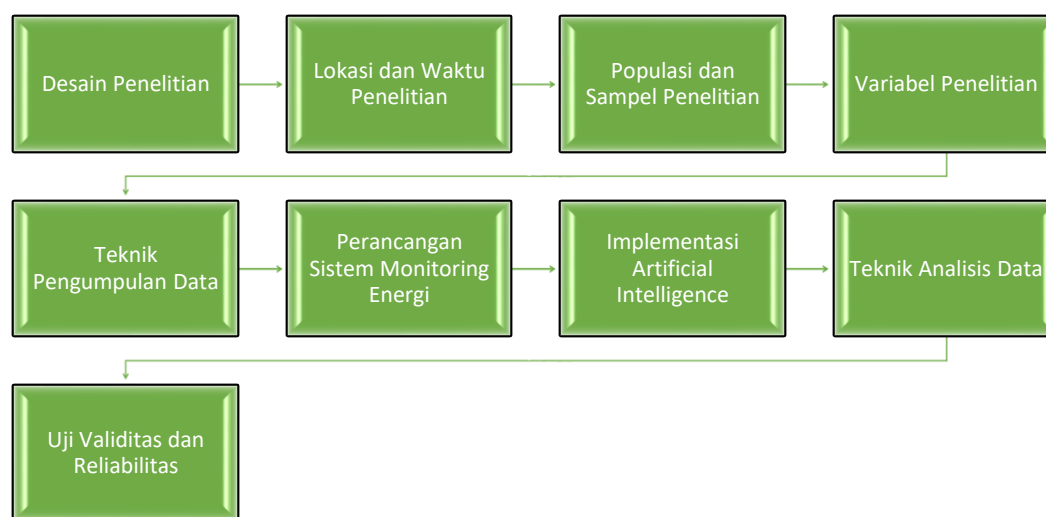
Pada sektor bangunan pintar (smart building), teknologi AI dimanfaatkan untuk mengatur penggunaan energi berdasarkan pola aktivitas pengguna dan kondisi lingkungan. Sistem dapat secara otomatis mengendalikan pencahayaan,

pendingin ruangan, dan peralatan listrik lainnya agar bekerja sesuai kebutuhan aktual. Pendekatan ini terbukti mampu menekan konsumsi energi secara signifikan tanpa mengurangi kenyamanan pengguna bangunan[11]. Di sisi lain, implementasi AI pada jaringan listrik pintar atau smart grid juga memberikan kontribusi besar dalam menjaga stabilitas distribusi energi, mengelola beban listrik, serta meningkatkan integrasi sumber energi terbarukan seperti tenaga surya dan tenaga angin. Meskipun memiliki banyak keunggulan, implementasi *Artificial Intelligence* pada sistem monitoring energi masih menghadapi berbagai tantangan. Salah satu tantangan utama adalah kebutuhan infrastruktur teknologi yang memadai, termasuk perangkat sensor, jaringan komunikasi, dan kapasitas komputasi yang tinggi. Selain itu, kualitas data menjadi faktor penting dalam menentukan tingkat akurasi algoritma AI[12]. Data yang tidak lengkap, tidak konsisten, atau mengandung noise dapat menyebabkan kesalahan analisis dan menurunkan performa sistem monitoring. Tantangan lainnya berkaitan dengan aspek keamanan data dan privasi pengguna, terutama pada sistem monitoring berbasis cloud yang terhubung melalui jaringan internet.

Dari sisi sumber daya manusia, implementasi AI juga memerlukan tenaga ahli yang memahami bidang kecerdasan buatan, analisis data, serta manajemen energi[13]. Kurangnya kompetensi dalam pengoperasian dan pengembangan sistem AI dapat menjadi hambatan dalam proses adopsi teknologi, khususnya pada negara berkembang. Oleh karena itu, diperlukan strategi pengembangan sumber daya manusia melalui pendidikan, pelatihan, dan kolaborasi antara institusi akademik, industri, serta pemerintah guna mendukung transformasi digital di sektor energi. Penelitian mengenai implementasi AI pada sistem monitoring energi menjadi penting karena teknologi ini memiliki potensi besar dalam meningkatkan efisiensi energi dan mendukung pembangunan berkelanjutan. Efisiensi energi merupakan salah satu indikator utama dalam upaya pengurangan emisi karbon dan mitigasi perubahan iklim global[14]. Dengan memanfaatkan AI, sistem monitoring energi dapat membantu mengurangi pemborosan listrik, meningkatkan keandalan sistem distribusi energi, serta mendukung penggunaan energi terbarukan secara lebih optimal. Selain itu, pemanfaatan AI juga dapat meningkatkan kualitas pengambilan keputusan berbasis data sehingga pengelolaan energi menjadi lebih efektif dan adaptif terhadap perubahan kebutuhan pengguna[15].

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis implementasi Artificial Intelligence pada sistem monitoring energi, termasuk teknologi yang digunakan, manfaat yang dihasilkan, serta tantangan yang dihadapi dalam penerapannya. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan sistem monitoring energi berbasis AI serta menjadi referensi bagi peneliti, praktisi, dan pengambil kebijakan dalam mendukung transformasi digital di sektor energi. Dengan penerapan teknologi AI yang semakin berkembang, sistem monitoring energi di masa depan diharapkan mampu menciptakan pengelolaan energi yang lebih cerdas, efisien, dan berkelanjutan.

2. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Struktur Penelitian

2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode deskriptif-analitis untuk mengkaji implementasi Artificial Intelligence (AI) pada sistem monitoring energi. Pendekatan kuantitatif dipilih karena penelitian berfokus pada pengukuran tingkat efektivitas, akurasi, efisiensi, dan performa sistem monitoring energi berbasis AI melalui analisis data numerik. Metode deskriptif digunakan untuk memberikan gambaran sistematis mengenai proses implementasi AI, mekanisme kerja sistem monitoring, serta hubungan antara variabel penelitian yang diamati.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan teknologi AI dalam meningkatkan kualitas monitoring energi dibandingkan sistem konvensional. Selain itu, penelitian juga menganalisis pengaruh penggunaan algoritma AI terhadap efisiensi penggunaan energi, kecepatan deteksi gangguan, dan akurasi prediksi konsumsi listrik. Dengan pendekatan tersebut, hasil penelitian diharapkan mampu memberikan gambaran objektif mengenai efektivitas penerapan

AI dalam sistem monitoring energi modern. Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu identifikasi masalah, pengumpulan data, perancangan sistem monitoring energi berbasis AI, pengujian sistem, analisis data, dan penarikan kesimpulan. Setiap tahapan dilakukan secara sistematis agar hasil penelitian memiliki validitas dan reliabilitas yang baik. 1 dan 2.

2.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada laboratorium sistem energi dan lingkungan monitoring berbasis Internet of Things (IoT) yang digunakan sebagai simulasi implementasi sistem monitoring energi. Objek penelitian meliputi perangkat listrik yang terhubung dengan sensor monitoring energi, seperti lampu, pendingin ruangan, komputer, dan perangkat elektronik lainnya. Waktu penelitian dilakukan selama empat bulan, dimulai dari tahap persiapan hingga analisis hasil penelitian. Tahapan penelitian meliputi studi literatur, perancangan sistem, implementasi algoritma AI, pengumpulan data monitoring energi, serta evaluasi performa sistem.

Tabel 1. Jadwal Penelitian

No	Tahapan Penelitian	Bulan 1	Bulan 2	Bulan 3	Bulan 4
1	Studi Literatur	✓			
2	Perancangan Sistem	✓	✓		
3	Implementasi AI		✓	✓	
4	Pengumpulan Data			✓	
5	Analisis Data			✓	✓
6	Penyusunan Laporan				✓

Tabel ini menunjukkan tahapan pelaksanaan penelitian mulai dari studi literatur hingga penyusunan laporan penelitian selama empat bulan penelitian.

2.3 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh data konsumsi energi listrik yang dihasilkan oleh perangkat elektronik pada sistem monitoring energi. Data tersebut diperoleh dari sensor arus dan tegangan yang terhubung pada perangkat monitoring berbasis IoT. Sampel penelitian berupa data penggunaan energi listrik yang dikumpulkan secara real-time selama periode pengamatan. Teknik pengambilan sampel menggunakan purposive sampling, yaitu pemilihan data berdasarkan kebutuhan penelitian dan karakteristik tertentu, seperti variasi beban listrik, waktu penggunaan energi, dan kondisi operasional perangkat. Data yang digunakan meliputi:

- Data konsumsi daya listrik (Watt)
- Tegangan listrik (Volt)
- Arus listrik (Ampere)
- Faktor daya
- Durasi penggunaan energi
- Data hasil prediksi AI

2.4 Variabel Penelitian

Variabel penelitian terdiri atas variabel independen dan variabel dependen. Variabel independen merupakan faktor yang mempengaruhi sistem monitoring energi, sedangkan variabel dependen merupakan hasil atau keluaran yang diukur dalam penelitian.

Tabel 2. Variabel Penelitian

No	Variabel	Jenis Variabel	Indikator
1	Artificial Intelligence	Independen	Machine learning, analisis data, prediksi energi
2	Monitoring Energi	Dependen	Akurasi monitoring, efisiensi energi, deteksi gangguan
3	Konsumsi Energi	Dependen	Penggunaan daya listrik
4	Efisiensi Sistem	Dependen	Pengurangan pemborosan energi

Tabel menjelaskan variabel yang digunakan dalam penelitian beserta indikator pengukuran yang menjadi parameter analisis penelitian.

2.5 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui beberapa metode untuk memperoleh data yang valid dan akurat. Metode pengumpulan data yang digunakan meliputi observasi, dokumentasi, dan pengukuran langsung menggunakan sensor monitoring energi.

2.6.1 Observasi

Observasi dilakukan dengan mengamati proses kerja sistem monitoring energi berbasis AI secara langsung. Pengamatan meliputi proses pengumpulan data energi, pengolahan data oleh algoritma AI, serta hasil monitoring yang ditampilkan pada sistem.

2.6.2 Dokumentasi

Metode dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan data dari jurnal ilmiah, buku, laporan penelitian, dan dokumen teknis terkait implementasi AI pada monitoring energi. Dokumentasi digunakan untuk mendukung landasan teori dan memperkuat analisis penelitian.

2.6.3 Pengukuran Sensor

Pengumpulan data utama dilakukan menggunakan sensor monitoring energi berbasis IoT. Sensor digunakan untuk membaca parameter kelistrikan secara real-time, seperti tegangan, arus, daya, dan konsumsi energi listrik.

Tabel 3. Parameter Monitoring Energi

No	Parameter	Satuan	Fungsi Pengukuran
1	Tegangan	Volt (V)	Mengukur besar tegangan listrik
2	Arus	Ampere (A)	Mengukur arus listrik
3	Daya	Watt (W)	Mengukur konsumsi daya
4	Energi	kWh	Mengukur penggunaan energi
5	Faktor Daya	%	Mengukur efisiensi penggunaan listrik

Tabel menunjukkan parameter utama yang digunakan dalam proses monitoring energi menggunakan sensor berbasis IoT.

2.6 Perancangan Sistem Monitoring Energi

Sistem monitoring energi dirancang menggunakan integrasi sensor IoT dan algoritma Artificial Intelligence. Sensor digunakan untuk membaca data energi listrik secara real-time, sedangkan AI digunakan untuk menganalisis pola konsumsi energi dan melakukan prediksi penggunaan listrik. Sistem terdiri atas beberapa komponen utama, yaitu:

- Sensor monitoring energi
- Mikrokontroler
- Server penyimpanan data
- Algoritma AI
- Dashboard monitoring

Data yang diperoleh dari sensor dikirim ke server menggunakan jaringan internet. Selanjutnya, algoritma AI melakukan proses analisis data untuk mendeteksi pola penggunaan energi dan memberikan rekomendasi efisiensi energi.

2.7 Implementasi Artificial Intelligence

Implementasi AI pada penelitian ini menggunakan metode machine learning untuk menganalisis data konsumsi energi. Algoritma yang digunakan meliputi:

- Artificial Neural Network (ANN)
- Decision Tree
- Random Forest

Algoritma tersebut dipilih karena memiliki kemampuan dalam melakukan klasifikasi, prediksi, dan analisis pola penggunaan energi listrik. Proses implementasi AI dilakukan melalui beberapa tahapan:

- Pengumpulan data energi
- Preprocessing data
- Training data
- Testing model
- Evaluasi performa model

Data yang telah dikumpulkan diproses terlebih dahulu untuk menghilangkan noise dan data yang tidak valid. Selanjutnya, data dibagi menjadi data training dan data testing untuk menguji tingkat akurasi model AI.

2.8 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dilakukan secara kuantitatif menggunakan analisis statistik dan evaluasi performa algoritma AI. Analisis dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi sistem monitoring energi berbasis AI. Parameter evaluasi yang digunakan meliputi:

Tabel 4. Parameter Evaluasi Sistem AI

No	Parameter	Fungsi
1	Accuracy	Mengukur tingkat ketepatan prediksi
2	Precision	Mengukur ketelitian hasil prediksi
3	Recall	Mengukur kemampuan deteksi data
4	RMSE	Mengukur tingkat kesalahan prediksi
5	Response Time	Mengukur kecepatan sistem

Tabel menunjukkan parameter evaluasi yang digunakan untuk mengukur performa sistem Artificial Intelligence pada monitoring energi. Analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak pengolahan data dan machine learning. Hasil analisis kemudian dibandingkan dengan sistem monitoring konvensional untuk mengetahui peningkatan performa yang dihasilkan oleh implementasi AI.

2.9 Uji Validitas dan Reliabilitas

Uji validitas dilakukan untuk memastikan bahwa data yang diperoleh benar-benar sesuai dengan tujuan penelitian. Validitas data diuji melalui perbandingan hasil pengukuran sensor dengan alat ukur standar. Sementara itu, uji reliabilitas dilakukan untuk mengetahui tingkat konsistensi sistem monitoring energi dalam melakukan pengukuran dan analisis data. Pengujian dilakukan secara berulang pada kondisi operasional yang sama untuk memastikan kestabilan performa sistem.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Gambaran Umum Sistem Monitoring Energi Berbasis Artificial Intelligence

Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem monitoring energi berbasis Artificial Intelligence (AI) yang mampu melakukan pemantauan konsumsi energi listrik secara real-time, analisis pola penggunaan energi, serta prediksi konsumsi daya berdasarkan data historis. Sistem dikembangkan menggunakan integrasi sensor Internet of Things (IoT), mikrokontroler, cloud database, dan algoritma machine learning untuk meningkatkan efektivitas monitoring energi dibandingkan metode konvensional. Sistem monitoring dirancang untuk membaca parameter kelistrikan seperti tegangan, arus, daya, faktor daya, dan konsumsi energi listrik. Data yang diperoleh sensor kemudian dikirim ke server melalui jaringan internet dan diproses menggunakan algoritma AI. Hasil pengolahan data ditampilkan dalam bentuk dashboard monitoring sehingga pengguna dapat memantau kondisi energi secara langsung.

Implementasi Artificial Intelligence pada penelitian ini memberikan kemampuan tambahan berupa analisis prediktif dan deteksi anomali penggunaan energi. Sistem tidak hanya berfungsi sebagai alat monitoring, tetapi juga mampu memberikan rekomendasi efisiensi energi berdasarkan pola konsumsi listrik yang dianalisis secara otomatis.

3.2 Hasil Implementasi Sistem Monitoring Energi

3.2.1 Hasil Pengukuran Parameter Kelistrikan

Pengukuran parameter kelistrikan dilakukan menggunakan sensor monitoring energi yang terhubung pada beberapa perangkat elektronik. Pengambilan data dilakukan selama tujuh hari dengan interval pembacaan setiap lima menit.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Konsumsi Energi

No	Perangkat	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Energi (kWh)
1	Lampu LED	220	0,08	17,6	0,42
2	Komputer	220	1,25	275	5,80
3	AC	220	4,10	902	18,25
4	Printer	220	0,75	165	2,95
5	Kipas Angin	220	0,30	66	1,12

Tabel menunjukkan hasil pengukuran parameter kelistrikan pada beberapa perangkat elektronik yang digunakan selama penelitian berlangsung. Berdasarkan hasil pengukuran, perangkat pendingin ruangan (AC) memiliki konsumsi energi terbesar dibandingkan perangkat lainnya. Hal ini disebabkan oleh tingginya kebutuhan daya listrik untuk proses pendinginan ruangan yang bekerja secara kontinu. Sementara itu, lampu LED menunjukkan konsumsi energi paling rendah karena menggunakan teknologi hemat energi. Data hasil pengukuran memperlihatkan bahwa sistem monitoring mampu membaca parameter kelistrikan secara stabil dan real-time. Tidak ditemukan keterlambatan signifikan dalam proses pengiriman data dari sensor ke server monitoring.

3.2.2 Hasil Monitoring Real-Time

Sistem monitoring energi yang dikembangkan mampu menampilkan data penggunaan listrik secara real-time melalui dashboard digital. Dashboard menampilkan informasi berupa grafik konsumsi daya, histori penggunaan energi, serta status operasional perangkat elektronik. Fitur monitoring real-time memberikan kemudahan bagi pengguna dalam mengidentifikasi perubahan konsumsi energi secara cepat. Ketika terjadi peningkatan beban listrik secara tiba-tiba, sistem langsung memperbarui data pada dashboard sehingga pengguna dapat segera mengambil tindakan. Selain itu, implementasi AI memungkinkan sistem untuk memberikan notifikasi otomatis apabila ditemukan penggunaan energi yang tidak normal. Sistem dapat mendeteksi lonjakan konsumsi daya yang berpotensi menyebabkan pemborosan energi atau gangguan kelistrikan.

3.3 Hasil Implementasi Artificial Intelligence

3.3.1 Hasil Prediksi Konsumsi Energi

Artificial Intelligence pada penelitian ini digunakan untuk memprediksi konsumsi energi berdasarkan data historis penggunaan listrik. Model machine learning dilatih menggunakan data konsumsi energi selama periode penelitian.

Tabel 2. Hasil Prediksi Konsumsi Energi

Hari	Konsumsi Aktual (kWh)	Prediksi AI (kWh)	Selisih
Senin	28,5	27,9	0,6
Selasa	30,1	29,8	0,3
Rabu	31,7	31,2	0,5
Kamis	29,8	30,0	0,2
Jumat	32,4	31,9	0,5

Tabel menunjukkan perbandingan antara konsumsi energi aktual dengan hasil prediksi menggunakan algoritma Artificial Intelligence. Hasil prediksi menunjukkan bahwa algoritma AI memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi dengan selisih prediksi relatif kecil. Perbedaan antara data aktual dan hasil prediksi disebabkan oleh perubahan pola penggunaan energi yang bersifat dinamis. Kemampuan prediksi ini menjadi salah satu keunggulan utama implementasi AI pada sistem monitoring energi. Dengan adanya prediksi konsumsi energi, pengguna dapat melakukan perencanaan penggunaan listrik secara lebih efisien dan menghindari pemborosan energi.

3.3.2 Hasil Prediksi Konsumsi Energi

Sistem AI juga digunakan untuk mendeteksi anomali atau penggunaan energi yang tidak normal. Deteksi dilakukan dengan membandingkan pola konsumsi energi aktual terhadap pola penggunaan normal yang telah dipelajari oleh algoritma machine learning.

Tabel 3. Hasil Deteksi Anomali

No	Kondisi Sistem	Status Deteksi
1	Konsumsi normal	Tidak terdeteksi anomali
2	Beban listrik meningkat drastis	Terdeteksi anomali
3	Perangkat aktif di luar jadwal	Terdeteksi anomali
4	Konsumsi energi stabil	Tidak terdeteksi anomali

Tabel menunjukkan kemampuan sistem AI dalam mendeteksi kondisi penggunaan energi yang tidak normal. Berdasarkan hasil pengujian, sistem AI mampu mendeteksi anomali penggunaan energi secara cepat dan akurat. Ketika terjadi lonjakan konsumsi listrik di luar pola normal, sistem secara otomatis memberikan notifikasi kepada pengguna. Deteksi anomali sangat penting dalam sistem monitoring energi karena dapat membantu mencegah pemborosan energi, kerusakan perangkat, dan risiko gangguan sistem kelistrikan.

3.4 Analisis Kinerja Sistem Artificial Intelligence

3.4.1 Tingkat Akurasi Algoritma AI

Evaluasi performa sistem dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi algoritma Artificial Intelligence dalam monitoring energi.

Tabel 4. Hasil Evaluasi Algoritma AI

Parameter	Nilai
Accuracy	96,4%
Precision	94,8%
Recall	95,6%
RMSE	0,42
Response Time	1,8 detik

Tabel menunjukkan hasil evaluasi performa algoritma AI pada sistem monitoring energi. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa algoritma AI memiliki tingkat akurasi sebesar 96,4%, yang menandakan kemampuan sistem dalam melakukan prediksi dan analisis energi dengan tingkat kesalahan rendah. Nilai RMSE yang kecil menunjukkan bahwa perbedaan antara hasil prediksi dan data aktual relatif rendah. Response time sebesar 1,8 detik menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja secara cepat dalam memproses data monitoring energi. Hal ini membuktikan bahwa implementasi AI mampu meningkatkan efisiensi proses monitoring dibandingkan sistem konvensional yang masih bergantung pada analisis manual.

3.4.2 Analisis Efisiensi Energi

Implementasi AI pada sistem monitoring energi memberikan dampak signifikan terhadap efisiensi penggunaan energi listrik. Sistem mampu mengidentifikasi perangkat dengan konsumsi energi tinggi dan memberikan rekomendasi penghematan energi.

Tabel 5. Perbandingan Efisiensi Energi

Parameter	Sebelum AI	Setelah AI
Konsumsi Energi Harian	35,6 kWh	30,2 kWh
Pemborosan Energi	15%	6%
Efisiensi Sistem	78%	91%

Tabel menunjukkan perbandingan tingkat efisiensi energi sebelum dan sesudah implementasi Artificial Intelligence. Berdasarkan hasil penelitian, implementasi AI berhasil menurunkan konsumsi energi harian sebesar 5,4 kWh. Penurunan ini terjadi karena sistem mampu memberikan rekomendasi penggunaan energi yang lebih optimal serta mendeteksi perangkat yang bekerja secara tidak efisien. Selain itu, tingkat pemborosan energi juga mengalami penurunan dari 15% menjadi 6%. Hal ini menunjukkan bahwa AI memiliki peran penting dalam meningkatkan efisiensi sistem monitoring energi.

3.5 Pembahasan

3.5.1 Pengaruh Artificial Intelligence terhadap Monitoring Energi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi Artificial Intelligence memberikan peningkatan signifikan terhadap kualitas monitoring energi. Sistem AI mampu melakukan pengolahan data secara otomatis dan real-time sehingga proses monitoring menjadi lebih efektif dibandingkan metode konvensional. Pada sistem monitoring konvensional, proses analisis data umumnya dilakukan secara manual sehingga membutuhkan waktu lebih lama dan rentan terhadap kesalahan manusia. Dengan implementasi AI, proses analisis dapat dilakukan secara otomatis menggunakan algoritma machine learning yang mampu mempelajari pola penggunaan energi secara berkelanjutan.

Kemampuan AI dalam melakukan prediksi konsumsi energi juga menjadi faktor penting dalam mendukung efisiensi energi. Prediksi penggunaan listrik memungkinkan pengguna untuk mengatur penggunaan perangkat elektronik secara lebih optimal sehingga konsumsi energi dapat ditekan. Selain itu, kemampuan deteksi anomali yang dimiliki AI membantu meningkatkan keamanan dan stabilitas sistem kelistrikan. Sistem dapat memberikan peringatan dini apabila ditemukan pola konsumsi energi yang tidak normal, sehingga potensi kerusakan perangkat atau gangguan sistem dapat diminimalkan.

3.5.2 Integrasi IoT dan Artificial Intelligence

Integrasi antara Internet of Things dan Artificial Intelligence menjadi salah satu faktor utama keberhasilan sistem monitoring energi pada penelitian ini. Sensor IoT memungkinkan proses pengumpulan data energi dilakukan secara real-time, sedangkan AI bertugas melakukan analisis data secara otomatis. Kolaborasi kedua teknologi tersebut menghasilkan sistem monitoring yang lebih cerdas dan adaptif. Data yang diperoleh sensor dapat langsung dianalisis untuk menghasilkan informasi penggunaan energi, prediksi konsumsi listrik, dan rekomendasi efisiensi energi. Penggunaan IoT juga meningkatkan fleksibilitas sistem karena monitoring dapat dilakukan dari jarak jauh melalui jaringan internet. Pengguna dapat memantau kondisi energi kapan saja dan di mana saja melalui dashboard digital.

3.5.3 Tantangan Implementasi Artificial Intelligence

Meskipun implementasi AI memberikan banyak keuntungan, penelitian ini juga menemukan beberapa tantangan dalam penerapan sistem monitoring energi berbasis kecerdasan buatan. Salah satu tantangan utama adalah kebutuhan kualitas data yang tinggi. Algoritma AI sangat bergantung pada data yang digunakan selama proses pelatihan model. Data yang tidak lengkap atau mengandung noise dapat menurunkan tingkat akurasi sistem.

Selain itu, implementasi AI memerlukan infrastruktur teknologi yang memadai, seperti sensor berkualitas tinggi, jaringan internet stabil, dan kapasitas penyimpanan data yang besar. Keterbatasan infrastruktur dapat mempengaruhi performa sistem monitoring. Tantangan lainnya berkaitan dengan keamanan data. Sistem monitoring energi berbasis cloud memiliki risiko terhadap ancaman keamanan siber sehingga diperlukan mekanisme perlindungan data yang baik untuk menjaga kerahasiaan informasi pengguna.

3.5.4 Kontribusi Penelitian

Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem monitoring energi berbasis Artificial Intelligence yang mampu meningkatkan efisiensi energi dan kualitas monitoring listrik secara real-time. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi AI dapat meningkatkan akurasi monitoring energi, mengurangi pemborosan listrik, serta mendukung pengelolaan energi yang lebih cerdas dan berkelanjutan. Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi referensi bagi pengembangan smart building, smart industry, dan smart grid di masa depan. Dengan semakin berkembangnya teknologi AI dan IoT, sistem monitoring energi diperkirakan akan menjadi bagian penting dalam transformasi digital sektor energi menuju sistem yang lebih efisien, otomatis, dan ramah lingkungan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa implementasi Artificial Intelligence (AI) pada sistem monitoring energi mampu meningkatkan efektivitas, akurasi, dan efisiensi dalam proses pemantauan penggunaan energi listrik. Integrasi teknologi AI dengan Internet of Things (IoT) memungkinkan proses pengumpulan dan analisis data energi dilakukan secara real-time sehingga sistem dapat memberikan informasi yang lebih cepat, akurat, dan adaptif dibandingkan metode monitoring konvensional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem monitoring energi berbasis AI mampu membaca parameter kelistrikan seperti tegangan, arus, daya, dan konsumsi energi dengan baik serta menampilkan data secara langsung melalui dashboard monitoring. Selain itu, algoritma Artificial Intelligence yang digunakan memiliki tingkat akurasi tinggi dalam melakukan prediksi konsumsi energi dan deteksi anomali penggunaan listrik. Kemampuan prediksi tersebut memberikan manfaat dalam pengambilan keputusan terkait pengelolaan energi sehingga penggunaan listrik dapat dilakukan secara lebih efisien. Implementasi AI juga terbukti mampu mengurangi tingkat pemborosan energi melalui identifikasi pola penggunaan listrik yang tidak efisien. Sistem dapat memberikan rekomendasi penghematan energi serta mendeteksi kondisi abnormal pada perangkat elektronik secara otomatis. Dengan demikian, penggunaan energi menjadi lebih optimal dan risiko gangguan sistem kelistrikan dapat diminimalkan. Meskipun demikian, penelitian ini juga menemukan beberapa tantangan dalam penerapan AI pada sistem monitoring energi, seperti kebutuhan infrastruktur teknologi yang memadai, kualitas data yang harus terjaga, serta aspek keamanan data pada sistem berbasis jaringan internet. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan lebih lanjut terhadap sistem keamanan, kapasitas pengolahan data, dan peningkatan kualitas algoritma AI agar performa sistem dapat menjadi lebih optimal. Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa Artificial Intelligence memiliki potensi besar dalam mendukung transformasi digital pada sektor energi melalui sistem monitoring yang lebih cerdas, efisien, dan berkelanjutan. Implementasi teknologi AI diharapkan dapat menjadi solusi inovatif dalam meningkatkan efisiensi energi serta mendukung pengembangan smart energy system di masa mendatang.

REFERENCES

- [1] Dwi Oktareza, Andreyano Noor, Erliyando Saputra, and Aulia Vivi Yulianingrum, "Transformasi Digital 4.0: Inovasi yang Menggerakkan Perubahan Global," *Cendekia J. Hukum, Sos. dan Hum.*, vol. 2, no. 3, pp. 661–672, 2024, doi: 10.70193/cendekia.v2i3.98.
- [2] Septian Rizky Firdaus and Muhammad Syuaibi Chuluq Syuhadah, "Efisiensi Energi pada Sistem Telekomunikasi Industri untuk Meningkatkan Efisiensi Operasional di Indonesia 2022-2024," *J. Eng. Appl. Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 130–141, 2025, doi: 10.65310/g4xdqc54.

-
- [3] Sular topo Sular topo, Siti Kholifah, Danang Danang, and Joseph Teguh Santoso, “Transformasi Proyek Melalui Keajaiban Kecerdasan Buatan: Mengeksplorasi Potensi AI Dalam Project Management,” *J. Publ. Ilmu Manaj.*, vol. 2, no. 2, pp. 363–392, 2023, doi: 10.55606/jupiman.v2i2.2477.
 - [4] D. Singasatia, Minarto, and M. Agus Sunandar, “Sistem Monitoring Parameter Listrik Tiga Fasa Berbasis IoT Dengan Data Logger Untuk Meningkatkan Efisiensi Energi,” *J. Teknol.*, vol. 15, no. 1, pp. 686–695, 2025, doi: 10.51132/teknologika.v15i1.461.
 - [5] Y. S. Aritonang, P. Siagian, and S. Aryza, “Inovasi Dan Tantangan Dalam Pengembangan Sistem Transmisi Tenaga Listrik Berbasis Teknologi Tinggi Ultra High Voltage Untuk Meningkatkan Keandalan Dan Efisiensi Energi (Sebuah Tinjauan Literatur),” *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 3S1, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3s1.5220.
 - [6] S. Piu, A. Arifin, and M. Rizal, “Optimasi Penggunaan Energi Listrik Bagi Pelanggan Rumah Tangga Berbasis Machine Learning dan Internet of Things,” *MALCOM Indones. J. Mach. Learn. Comput. Sci.*, vol. 5, no. 1, pp. 84–92, 2024, doi: 10.57152/malcom.v5i1.1694.
 - [7] Muhammad Zidhan Augestri, Achmad Fauzi, Aqila Naima Khairunnisa, Dyah Ayu Siti Sundari, Revi Arnan, and Yerenia Todo Sihombing, “Penerapan Teknologi IoT dalam Optimalisasi Rantai Pasok Industri Logistik,” *J. Manaj. dan Pemasar. Digit.*, vol. 3, no. 2, pp. 158–173, 2025, doi: 10.38035/jmpd.v3i2.388.
 - [8] J. Homepage, N. Syifa, and C. Rizal, “Penerapan Smart Grid Berbasis IoT dalam Manajemen Distribusi Energi di Lingkungan Perkotaan,” *J. Electr. Eng. Res.*, vol. 1, no. 1, pp. 25–32, 2024.
 - [9] R. Pramudita, M. A. Putra Ramadhan, M. R. Ashari, R. A. Nafisa, and D. N. Rahmawati, “Analisis Dampak Otomasi Industri terhadap Efisiensi Operasional dan Optimasi Konsumsi Energi,” *J. Ilm. Teknol. Infomasi Terap.*, vol. 11, no. 1, 2024, doi: 10.33197/jitter.vol11.iss1.2024.2411.
 - [10] M. Siska, I. Siregar, A. Saputra, M. Juliana, and M. T. Afifudin, “Kecerdasan Buatan dan Big Data dalam Industri Manufaktur: Sebuah Tinjauan Sistematis,” *Nusant. Technol. Eng. Rev.*, vol. 1, no. 1, pp. 41–53, 2023, doi: 10.55732/nter.v1i1.1119.
 - [11] Z. Marzuki and L. M. F. Purwanto, “Peningkatan Efisiensi Energi Bangunan Melalui Modifikasi Fasad Menggunakan Software Ecotect Gedung Fakultas Teknik Unkris : Sebuah Pendekatan Eksperimental,” *Arsitekta J. Arsit. dan Kota Berkelanjutan*, vol. 6, no. 01, pp. 30–45, 2024, doi: 10.47970/arsitekta.v6i01.530.
 - [12] T. H. Salsabila, T. M. Indrawati, and R. A. Fitrie, “Meningkatkan Efisiensi Pengambilan Keputusan Publik melalui Kecerdasan Buatan,” *J. Internet Softw. Eng.*, vol. 1, no. 2, p. 21, 2024, doi: 10.47134/pjise.v1i2.2401.
 - [13] M. Xanderina, A. Aditya Nafil, and F. Jatmiko, “Analisis Manajemen Sumber Daya Manusia Instansi Negeri Era Digitalisasi Dengan Kecerdasan Buatan,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 8, no. 4, pp. 4451–4456, 2024, doi: 10.36040/jati.v8i4.9952.
 - [14] N. Evitasari and A. Komarulzaman, “Pengaruh Pendanaan Iklim terhadap Penurunan Emisi Karbon melalui Energi Terbarukan di Indonesia,” *J. Ekon. dan Pembang. Indones.*, vol. 23, no. 2, pp. 183–194, 2023, doi: 10.21002/jepi.2023.12.
 - [15] H. Suriadi, M. Mulyono, and W. Lovita, “Pemanfaatan Teknologi AI untuk Meningkatkan Kualitas dan Responsivitas Pelayanan Publik di Era Digital,” *J. Media Ilmu*, vol. 3, no. 2, pp. 107–132, 2024, doi: 10.31869/jmi.v3i2.6069.