



## IMPLEMENTASI *IoT* DAN SENSOR CERDAS PADA MOBIL LISTRIK UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI ENERGI

Meilisa Apriyani <sup>a\*</sup>, Nelson Marcelino <sup>b</sup>, Dorie P. Kesuma <sup>c</sup>

<sup>a</sup>Fakultas ilmu komputer dan rekayasa /Jurusan sistem informasi; [meilisaapriyani\\_2327240091@mhs.mdp.ac.id](mailto:meilisaapriyani_2327240091@mhs.mdp.ac.id), Universitas Multi Data Palembang, Kota Palembang, Provinsi Sumatera Selatan

<sup>b</sup>Fakultas ilmu komputer dan rekayasa /Jurusan sistem informasi; [nelsonmarcelino\\_2327240026@mhs.mdp.ac.id](mailto:nelsonmarcelino_2327240026@mhs.mdp.ac.id), Universitas Multi Data Palembang, Kota Palembang, Provinsi Sumatera Selatan

<sup>c</sup>Fakultas ilmu komputer dan rekayasa /Jurusan sistem informasi; [dpkesuma@staff.mdp.ac.id](mailto:dpkesuma@staff.mdp.ac.id), Universitas Multi Data Palembang, Kota Palembang, Provinsi Sumatera Selatan

\* Penulis Korespondensi: Meilisa Apriyani

### ABSTRACT

*The rapid development of electric vehicles has encouraged the integration of Internet of Things (IoT) technology and intelligent sensor systems to improve energy efficiency, driving safety, and real-time monitoring capabilities. This study aims to analyze the implementation of IoT and smart sensors in electric vehicles as part of smart transportation systems. The research method used is a qualitative approach through literature review by collecting data from scientific journals, conference proceedings, and recent publications related to electric vehicles, IoT systems, and automotive sensors. The results show that IoT integration in electric vehicles enables real-time monitoring of battery conditions, energy consumption, vehicle location, temperature stability, and driver behavior. In addition, the use of sensors such as ultrasonic sensors, temperature sensors, GPS modules, LiDAR, and battery management sensors significantly improves operational efficiency and driving safety. However, challenges remain in terms of cybersecurity, infrastructure readiness, implementation costs, and data integration complexity. This research is expected to contribute to the development of smart electric transportation systems that are more efficient, safe, and sustainable in the future.*

**Keywords:** *Electric Vehicle, Internet of Things, Smart Sensor, Smart Transportation, Energy Efficiency, Battery Monitoring.*

### Abstrak

Perkembangan mobil listrik yang semakin pesat mendorong integrasi teknologi *Internet of Things (IoT)* dan sistem sensor cerdas guna meningkatkan efisiensi energi, keamanan berkendara, serta kemampuan *monitoring* secara *real-time*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis implementasi *IoT* dan sensor cerdas pada mobil listrik sebagai bagian dari sistem transportasi pintar. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kualitatif melalui studi literatur dengan mengumpulkan data dari jurnal ilmiah, prosiding, dan publikasi terbaru yang berkaitan dengan mobil listrik, sistem *IoT*, dan sensor otomotif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi *IoT* pada mobil listrik memungkinkan pemantauan kondisi baterai, konsumsi energi, lokasi kendaraan, kestabilan suhu, dan perilaku pengemudi secara *real-time*. Selain itu, penggunaan sensor seperti sensor ultrasonik, sensor suhu, GPS, LiDAR, dan sensor *Battery Management System (BMS)* mampu meningkatkan efisiensi operasional serta keamanan berkendara secara signifikan. Namun, implementasi teknologi ini masih menghadapi tantangan berupa keamanan siber, kesiapan infrastruktur, biaya implementasi, dan kompleksitas integrasi data. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem transportasi listrik cerdas yang lebih efisien, aman, dan berkelanjutan di masa depan.

**Kata Kunci:** *Mobil Listrik, Internet of Things, Sensor Cerdas, Smart Transportation, Efisiensi Energi, Monitoring Baterai.*

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi transportasi di era digital mengalami perubahan yang sangat signifikan, terutama dengan hadirnya mobil listrik sebagai solusi transportasi ramah lingkungan. Mobil listrik, salah satu inovasi terbaru dalam industri kendaraan, telah menarik perhatian orang di seluruh dunia dengan janji mereka untuk mengurangi emisi karbon dan mengurangi ketergantungan kita pada bahan bakar fosil [1]. Seiring meningkatnya kebutuhan terhadap sistem transportasi yang efisien dan cerdas, teknologi *Internet of Things (IoT)* mulai diterapkan pada mobil listrik guna meningkatkan performa kendaraan dan kualitas pengalaman pengguna.

*Internet of Things (IoT)* merupakan konsep yang memungkinkan berbagai perangkat saling terhubung melalui jaringan internet untuk bertukar data secara otomatis dan *real-time*. Dalam konteks mobil listrik, teknologi *IoT* memungkinkan kendaraan untuk melakukan monitoring kondisi baterai, pengaturan konsumsi energi, pelacakan lokasi kendaraan, serta pengawasan performa kendaraan secara jarak jauh. Integrasi *IoT* juga mendukung pengembangan konsep smart transportation yang saat ini menjadi fokus utama dalam transformasi transportasi modern. Dengan demikian, pada penelitian ini dikembangkan sistem monitoring energi mobil listrik yang terintegrasi *IoT* untuk melakukan pemantauan konsumsi energi mobil listrik secara *real time* dan dapat dilakukan dari jarak jauh, sehingga informasi terkait konsumsi energi mobil listrik secara *real time* dapat terpenuhi [2].

Selain *IoT*, penggunaan sensor cerdas pada mobil listrik juga berkembang pesat. Mobil listrik juga merupakan kendaraan roda empat yang memiliki kemampuan untuk melakukan perjalanan antar titik tanpa adanya operator manusia yang dimana menggunakan kombinasi antar sensor, kamera, radar, dan kecerdasan buatan (AI) [3]. Sensor berfungsi sebagai alat pendeteksi kondisi lingkungan maupun kondisi internal kendaraan. Beberapa sensor yang umum digunakan pada mobil listrik meliputi sensor suhu baterai, sensor ultrasonik, sensor arus listrik, sensor tekanan ban, GPS, LiDAR, dan kamera pintar. Sensor-sensor tersebut membantu meningkatkan keamanan berkendara, efisiensi energi, serta kemampuan kendaraan dalam mendeteksi potensi gangguan atau kecelakaan.

Di Indonesia, pengembangan mobil listrik mulai mendapatkan perhatian serius dari pemerintah melalui berbagai kebijakan dan pembangunan infrastruktur mobil listrik. Namun, penerapan *IoT* dan sensor cerdas pada mobil listrik masih menghadapi berbagai tantangan, seperti tingginya biaya implementasi, keterbatasan jaringan internet, keamanan data, serta kurangnya standar integrasi teknologi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis implementasi *Internet of Things (IoT)* dan sensor cerdas pada mobil listrik dalam meningkatkan efisiensi energi, keamanan kendaraan, dan sistem transportasi pintar tersebut.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Mobil Listrik

Mobil listrik merupakan kendaraan yang menggunakan motor listrik sebagai penggerak utama dengan sumber energi berasal dari baterai yang dapat diisi ulang. Berbeda dengan kendaraan konvensional yang menggunakan bahan bakar fosil seperti bensin atau solar, mobil listrik tidak menghasilkan emisi gas buang secara langsung sehingga lebih ramah lingkungan. Teknologi ini berkembang sebagai respon terhadap meningkatnya kebutuhan akan transportasi yang berkelanjutan dan efisien.

Selain itu, mobil listrik juga memanfaatkan sistem energi yang lebih efisien karena sebagian besar energi yang digunakan dapat langsung dikonversi menjadi tenaga gerak. Hal ini menjadikan mobil listrik memiliki efisiensi energi yang lebih tinggi dibandingkan kendaraan berbahan bakar minyak. Dengan perkembangan teknologi baterai yang semakin canggih, mobil listrik kini menjadi salah satu inovasi penting dalam industri otomotif global.

### 2.2. *Internet of Things (IoT)*

*Internet of Things* atau disingkat dengan istilah *IoT* merupakan teknologi yang menginovasi benda-benda sekitar dengan internet agar aktivitas sehari-hari menjadi lebih mudah dan efisien. *IoT* adalah teknologi yang memungkinkan perangkat elektronik terhubung melalui internet untuk saling bertukar data secara otomatis [4].

*IoT* terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu sensor, perangkat komunikasi, *cloud computing*, dan sistem analisis data yang saling terintegrasi dalam mendukung pertukaran informasi secara otomatis. Dalam mobil listrik, teknologi *IoT* dimanfaatkan untuk melakukan monitoring kondisi baterai secara *real-time* guna mengetahui performa dan kesehatan baterai selama penggunaan. Selain itu, *IoT* juga digunakan untuk pelacakan lokasi kendaraan melalui sistem navigasi, pengaturan sistem pengisian daya agar lebih efisien, serta analisis konsumsi energi untuk mengoptimalkan penggunaan daya. Penerapan *IoT* juga mendukung monitoring perilaku pengemudi dan meningkatkan sistem keamanan kendaraan sehingga operasional mobil listrik menjadi lebih aman, efisien, dan terhubung.

### 2.3. Jenis Mobil Listrik

Secara umum, mobil listrik terbagi menjadi beberapa jenis berdasarkan sumber energi dan sistem penggerakannya, yaitu *Battery Electric Vehicle (BEV)*, *Hybrid Electric Vehicle (HEV)*, dan *Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV)*. Perbedaan karakteristik pada setiap jenis mobil listrik juga memberikan tantangan dan peluang yang berbeda dalam implementasi teknologi *Internet of Things (IoT)* dan sensor cerdas. Pada *BEV*, penerapan *IoT* lebih difokuskan pada sistem *Battery Management System (BMS)*, monitoring kondisi baterai, serta optimasi proses pengisian daya karena kendaraan sepenuhnya bergantung pada energi listrik.

Sementara itu, *PHEV* merupakan pengembangan dari *HEV* yang memungkinkan baterai diisi ulang melalui sumber listrik eksternal. Mobil yang satu ini digerakkan oleh dual sistem, yakni kolaborasi antara motor listrik dan bahan bakar [5], dimana perbedaan jenis ini memberikan pilihan bagi pengguna sesuai dengan kebutuhan dan kondisi infrastruktur yang tersedia. Keberagaman jenis mobil listrik juga menunjukkan bahwa teknologi ini masih terus berkembang untuk mencapai efisiensi dan kenyamanan yang optimal.

### 2.4. Sensor Cerdas pada Mobil Listrik

Sensor cerdas merupakan perangkat elektronik yang digunakan untuk mendeteksi perubahan kondisi tertentu dan mengubahnya menjadi data digital. Pada mobil listrik, sensor berperan penting dalam menjaga performa kendaraan dan keamanan pengguna.

Beberapa sensor yang umum digunakan pada mobil listrik meliputi sensor suhu yang berfungsi memantau temperatur komponen kendaraan, sensor arus dan tegangan untuk mengawasi kondisi kelistrikan dan penggunaan energi, sensor ultrasonik yang digunakan untuk mendeteksi objek di sekitar kendaraan, GPS sensor untuk pelacakan lokasi dan navigasi, LiDAR sensor yang mendukung pemetaan lingkungan dan sistem autonomous driving, serta sensor tekanan ban untuk memantau kondisi tekanan udara pada ban agar tetap aman dan optimal selama berkendara.

### 2.5. Battery Management System (BMS)

*Battery management system* merupakan suatu sistem elektronik yang berfungsi untuk mengatur, memonitoring dan menjaga baterai dari suatu kondisi yang dapat menyebabkan kerusakan pada baterai [6].

*BMS* memiliki peran penting dalam menjaga kinerja dan keamanan baterai pada mobil listrik. *BMS* berfungsi untuk mengontrol suhu baterai agar tetap berada pada kondisi optimal, menjaga kestabilan tegangan selama proses operasional, mengoptimalkan proses pengisian daya untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi, serta mencegah terjadinya *overcharging* yang dapat memengaruhi umur pakai dan keamanan baterai.

### 2.6. Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai penerapan teknologi *Internet of Things (IoT)* dan sistem cerdas pada mobil listrik telah banyak dilakukan untuk meningkatkan efisiensi energi, keamanan, serta performa kendaraan. Penelitian oleh Adnane et al. (2023) menjelaskan bahwa penerapan teknologi *machine learning* yang terintegrasi dengan *IoT* pada mobil listrik dapat membantu proses monitoring dan pengelolaan konsumsi energi secara lebih optimal. Sistem tersebut memungkinkan pemantauan data kendaraan secara *real-time* sehingga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi serta mendukung pengambilan keputusan dalam manajemen daya mobil listrik [7].

Selain itu, penelitian oleh Chaudhuri (2024) menjelaskan bahwa penerapan *predictive maintenance* berbasis *Industrial Internet of Things (IIoT)* dan *deep learning* pada sistem kendaraan mampu melakukan analisis kondisi kendaraan secara berkelanjutan melalui data sensor dan riwayat operasional. Sistem tersebut memungkinkan deteksi dini terhadap potensi kerusakan komponen sehingga perawatan dapat dilakukan

sebelum terjadi kegagalan sistem. Implementasi metode ini berkontribusi terhadap peningkatan keandalan, keamanan kendaraan, serta efisiensi operasional [8].

Di sisi lain, penelitian mengenai pengelolaan baterai mobil listrik dilakukan oleh Ismail et al. (2024) menjelaskan bahwa penerapan *Cloud-Based Battery Management System (Cloud BMS)* memungkinkan proses monitoring baterai secara *real-time* melalui teknologi *cloud computing*. Sistem ini mampu meningkatkan efisiensi pemantauan kondisi baterai, memperpanjang umur pakai baterai, serta mendukung deteksi dini terhadap potensi overheating sehingga keamanan mobil listrik dapat ditingkatkan [9].

Ketiga penelitian tersebut secara bersama-sama menunjukkan bahwa integrasi *IoT*, *machine learning* dan *cloud computing* memiliki potensi besar dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan konsumsi energi, keamanan dan manajemen baterai pada mobil listrik.

## 2.7. Kerangka Pemikiran

Penelitian ini menggambarkan hubungan antara implementasi *Internet of Things (IoT)* dan sensor cerdas terhadap peningkatan efisiensi energi serta keamanan pada mobil listrik. Variabel independen (X) dalam penelitian ini meliputi *Internet of Things (IoT)*, sensor cerdas, dan *Battery Management System (BMS)* sebagai teknologi utama yang mendukung operasional kendaraan listrik. Sementara itu, variabel dependen (Y) mencakup efisiensi energi, keamanan kendaraan, sistem monitoring *real-time*, serta pengembangan *smart transportation* yang menjadi dampak atau hasil dari penerapan teknologi tersebut pada ekosistem mobil listrik.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan pendekatan studi literatur (*literature review*). Data penelitian diperoleh dari berbagai sumber literatur ilmiah dan publikasi yang relevan, meliputi jurnal internasional, jurnal nasional terakreditasi, buku ilmiah, serta laporan resmi yang memberikan gambaran terkini mengenai perkembangan pasar mobil listrik dan perilaku konsumen [10]. Metode studi literatur dipilih karena penelitian berfokus pada pengumpulan, analisis, dan pengkajian berbagai sumber ilmiah yang berkaitan dengan implementasi *Internet of Things (IoT)* dan sensor cerdas pada mobil listrik.

Pendekatan ini digunakan untuk memahami perkembangan teknologi mobil listrik modern, khususnya dalam penerapan sistem *IoT*, sensor pintar, *Battery Management System (BMS)*, dan *Artificial Intelligence (AI)* dalam meningkatkan efisiensi energi dan keamanan kendaraan..

### 3.2. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari berbagai sumber terpercaya, seperti, jurnal ilmiah, artikel penelitian terbaru, buku referensi terkait mobil listrik dan *IoT*, publikasi resmi mengenai *smart transportation* dan mobil listrik

Sumber data dipilih berdasarkan relevansi terhadap topik penelitian serta tahun publikasi terbaru agar hasil penelitian lebih akurat dan sesuai perkembangan teknologi saat ini.

### 3.3. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui beberapa tahapan berikut:

#### 1. Studi Literatur

Pengumpulan data dilakukan dengan mencari dan mempelajari berbagai jurnal ilmiah, artikel penelitian, dan publikasi teknologi yang berkaitan dengan *IoT*, sensor cerdas, dan mobil listrik.

#### 2. Dokumentasi

Peneliti mengumpulkan data berupa dokumentasi teknologi mobil listrik, implementasi sensor, serta sistem monitoring berbasis *IoT* yang digunakan pada kendaraan modern.

#### 3. Analisis Penelitian Terdahulu

Peneliti membandingkan hasil penelitian sebelumnya untuk mengetahui hubungan antara implementasi *IoT* dan sensor cerdas terhadap efisiensi energi serta keamanan mobil listrik.

### 3.4. Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan dua variabel utama, yaitu variabel independen dan variabel dependen, yaitu sebagai berikut:

Variabel Independen (X)

- a. *Internet of Things (IoT)*
- b. Sensor Cerdas
- c. *Battery Management System (BMS)*
- d. *Artificial Intelligence (AI)*

Variabel Dependen (Y)

- a. Efisiensi Energi
- b. Keamanan Kendaraan
- c. Monitoring Kendaraan *Real-Time*
- d. *Smart Transportation*

### 3.5. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif kualitatif. Data yang telah dikumpulkan melalui studi literatur kemudian dianalisis dengan cara mengelompokkan data berdasarkan topik penelitian untuk memudahkan proses identifikasi dan klasifikasi informasi. Selanjutnya, dilakukan perbandingan terhadap hasil penelitian terdahulu guna menemukan persamaan maupun perbedaan temuan penelitian. Proses analisis juga dilakukan dengan mengkaji hubungan antar variabel penelitian untuk memahami keterkaitan antara implementasi teknologi dan dampaknya terhadap mobil listrik. Tahap akhir dilakukan dengan menarik kesimpulan berdasarkan hasil analisis data yang telah diperoleh.

Hasil analisis kemudian disajikan dalam bentuk narasi ilmiah untuk memberikan pemahaman mengenai implementasi *IoT* dan sensor cerdas pada mobil listrik dalam meningkatkan efisiensi energi dan keamanan kendaraan.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode studi literatur dengan menganalisis berbagai jurnal ilmiah, artikel penelitian, dan publikasi teknologi terbaru yang berkaitan dengan implementasi *Internet of Things (IoT)* dan sensor cerdas pada mobil listrik. Berdasarkan hasil analisis, ditemukan bahwa integrasi teknologi digital pada mobil listrik memberikan dampak positif terhadap efisiensi energi, keamanan kendaraan, serta sistem *monitoring* kendaraan secara *real-time*.

Teknologi *IoT* memungkinkan kendaraan terhubung dengan jaringan internet sehingga data kendaraan dapat dipantau secara langsung melalui aplikasi digital maupun *cloud system*. Selain itu, penggunaan sensor cerdas membantu kendaraan dalam mendeteksi kondisi lingkungan, suhu baterai, tekanan ban, serta kondisi kendaraan secara otomatis.

### 4.2. Implementasi *IoT* pada Mobil Listrik

Implementasi *Internet of Things (IoT)* pada mobil listrik menjadi salah satu inovasi penting dalam pengembangan kendaraan modern. Teknologi *IoT* memungkinkan kendaraan melakukan komunikasi data melalui jaringan internet secara otomatis dan *real-time*.

Pada mobil listrik, teknologi *Internet of Things (IoT)* digunakan untuk berbagai kebutuhan operasional dan pengelolaan kendaraan secara *real-time*. *IoT* dimanfaatkan untuk melakukan monitoring kapasitas baterai guna mengetahui kondisi dan performa baterai selama penggunaan, serta monitoring suhu kendaraan untuk menjaga stabilitas dan keamanan sistem. Selain itu, *IoT* juga mendukung penerapan *smart charging system* agar proses pengisian daya menjadi lebih efisien, *vehicle tracking system* untuk pelacakan lokasi kendaraan, serta *predictive maintenance* yang membantu mendeteksi potensi kerusakan lebih awal. Teknologi ini juga digunakan untuk monitoring konsumsi energi sehingga penggunaan daya pada mobil listrik dapat dioptimalkan secara lebih efektif.

Dengan adanya *IoT*, pengguna kendaraan dapat memantau kondisi kendaraan melalui *smartphone* atau *dashboard* digital. Sistem ini membantu pengguna mengetahui kondisi kendaraan secara lebih cepat dan akurat.

Selain itu, implementasi *IoT* juga membantu perusahaan otomotif dalam melakukan pengembangan sistem kendaraan yang lebih efisien dan terintegrasi.

#### 4.3. Implementasi Sensor Cerdas pada Mobil Listrik

Sensor cerdas merupakan komponen penting dalam mobil listrik modern karena digunakan untuk mendeteksi perubahan kondisi lingkungan maupun kondisi internal kendaraan. Berbagai jenis sensor diterapkan sesuai dengan fungsi dan kebutuhan operasional kendaraan. Sensor suhu berfungsi untuk mengontrol temperatur baterai agar tetap berada pada kondisi optimal, sedangkan sensor arus digunakan untuk mengatur distribusi daya listrik selama proses operasional kendaraan. Selain itu, sensor ultrasonik dimanfaatkan untuk mendeteksi objek di sekitar kendaraan dan mendukung sistem parkir otomatis. Sensor GPS berperan dalam sistem navigasi dan pelacakan lokasi kendaraan, sementara sensor LiDAR digunakan untuk mendukung sistem pengemudian otonom melalui pemetaan lingkungan secara lebih akurat. Adapun sensor tekanan ban berfungsi untuk memantau kondisi tekanan ban guna menjaga stabilitas dan keamanan kendaraan selama berkendara.

Penggunaan sensor cerdas membantu meningkatkan keamanan kendaraan karena sistem mampu mendeteksi potensi bahaya lebih cepat dibandingkan kendaraan konvensional. Sensor juga membantu kendaraan dalam mengoptimalkan penggunaan energi sehingga konsumsi daya listrik menjadi lebih efisien.

#### 4.4. Pengaruh *IoT* terhadap Efisiensi Energi

Implementasi *IoT* pada mobil listrik memberikan pengaruh besar terhadap efisiensi energi kendaraan. Sistem *IoT* memungkinkan kendaraan melakukan analisis penggunaan energi secara otomatis berdasarkan kondisi kendaraan dan pola penggunaan pengguna.

Teknologi ini berperan dalam meningkatkan kinerja dan efisiensi mobil listrik melalui berbagai fungsi pendukung. Implementasinya membantu mengurangi pemborosan energi dengan mengoptimalkan penggunaan daya selama operasional kendaraan. Selain itu, teknologi ini juga mendukung optimalisasi sistem *charging* agar proses pengisian daya menjadi lebih efisien, memperpanjang umur baterai melalui pengelolaan kondisi baterai yang lebih baik, serta mengurangi risiko *overheating* pada baterai. Secara keseluruhan, penerapan teknologi tersebut berkontribusi terhadap peningkatan efisiensi dan performa kendaraan listrik.

Selain itu, integrasi *IoT* dengan *Battery Management System (BMS)* membantu kendaraan mengontrol suhu baterai dan kestabilan daya secara lebih optimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sistem monitoring berbasis *IoT* mampu meningkatkan efisiensi penggunaan energi mobil listrik secara signifikan.

#### 4.5. Pengaruh Sensor terhadap Keamanan Kendaraan

Sensor cerdas memiliki peran penting dalam meningkatkan keamanan mobil listrik. Sistem sensor bekerja secara otomatis untuk mendeteksi objek, kondisi jalan, tekanan ban, serta potensi tabrakan. Beberapa teknologi keamanan pada mobil listrik didukung oleh integrasi sensor cerdas untuk meningkatkan keselamatan dan kenyamanan berkendara. Teknologi tersebut meliputi *automatic braking system* yang berfungsi melakukan pengereman otomatis ketika terdeteksi potensi tabrakan, *collision warning system* yang memberikan peringatan dini terhadap keberadaan objek atau kendaraan di sekitar, serta *smart parking system* yang membantu proses parkir secara lebih akurat dan aman. Selain itu, terdapat *lane keeping assist* yang membantu kendaraan tetap berada pada jalur yang sesuai, serta *autonomous driving* yang mendukung sistem pengemudian otomatis melalui pemanfaatan berbagai sensor dan teknologi kecerdasan buatan.

LiDAR dan sensor ultrasonik membantu kendaraan mendeteksi objek di sekitar kendaraan secara *real-time* sehingga dapat mengurangi risiko kecelakaan. Selain itu, GPS sensor membantu sistem navigasi kendaraan menjadi lebih akurat dan efisien.

Perlu dicatat bahwa setiap sensor memiliki kelebihan dan keterbatasan. LiDAR, misalnya, memberikan pemetaan tiga dimensi yang sangat presisi tetapi kinerjanya dapat menurun drastis dalam kondisi hujan lebat atau kabut tebal. Sementara itu, GPS menyediakan informasi posisi global tetapi sering kehilangan sinyal di area perkotaan dengan bangunan tinggi atau terowongan. Pemahaman terhadap keterbatasan ini penting untuk merancang sistem sensor yang lebih andal. [10].

#### 4.6. Peran *Artificial Intelligence*

Perkembangan teknologi *Artificial Intelligence (AI)* semakin memperkuat implementasi *IoT* dan sensor cerdas pada mobil listrik. *AI* digunakan untuk menganalisis data kendaraan secara otomatis sehingga sistem dapat mengambil keputusan secara cepat dan akurat.

Integrasi *Artificial Intelligence (AI)* pada mobil listrik digunakan untuk mendukung berbagai fungsi cerdas dalam meningkatkan efisiensi dan performa kendaraan. *AI* dimanfaatkan untuk melakukan analisis pola konsumsi energi sehingga penggunaan daya dapat dioptimalkan secara lebih efektif. Selain itu, *AI* juga digunakan untuk memprediksi potensi kerusakan kendaraan melalui *system predictive maintenance*, mendukung *smart navigation system* untuk menentukan rute yang lebih optimal, serta menunjang penerapan *autonomous driving system* pada kendaraan modern. Teknologi ini juga berperan dalam melakukan *driver behavior analysis* untuk memantau pola berkendara pengguna serta *smart battery optimization* guna meningkatkan efisiensi, keamanan, dan umur pakai baterai kendaraan listrik. Dengan dukungan *AI*, mobil listrik dapat meningkatkan efisiensi energi melalui analisis data perjalanan dan kondisi kendaraan secara *real-time*.

#### 4.7. Tantangan Implementasi

Meskipun implementasi *IoT* dan sensor cerdas memberikan banyak manfaat, teknologi ini masih menghadapi beberapa tantangan seperti berikut:

1. Keamanan Siber

Mobil listrik berbasis *IoT* memiliki risiko terhadap serangan siber dan pencurian data kendaraan.

2. Infrastruktur Internet

Kualitas jaringan internet sangat mempengaruhi performa sistem *IoT*.

3. Biaya Implementasi

Penggunaan sensor canggih dan *cloud system* membutuhkan biaya yang cukup tinggi.

4. Kompleksitas Integrasi Sistem

Integrasi antara *software*, sensor, dan kendaraan membutuhkan sistem yang kompleks.

5. Keterbatasan Sumber Daya Manusia

Masih terbatas tenaga ahli dalam bidang mobil listrik berbasis *IoT*.

#### 4.8. Peluang Pengembangan *Smart Transportation*

Perkembangan *IoT* dan sensor cerdas membuka peluang besar dalam pengembangan *smart transportation* di masa depan. Mobil listrik modern dapat diintegrasikan dengan berbagai teknologi pendukung untuk membentuk ekosistem transportasi yang lebih cerdas dan terhubung. Integrasi tersebut meliputi *smart city system* yang mendukung pengelolaan transportasi berbasis teknologi, *smart traffic management* untuk meningkatkan efisiensi pengaturan lalu lintas, serta *smart charging station* yang memungkinkan proses pengisian daya dilakukan secara lebih optimal dan terintegrasi. Selain itu, mobil listrik juga dapat dihubungkan dengan sistem *autonomous transportation* untuk mendukung kendaraan otonom serta *Artificial Intelligence (AI)* system yang berperan dalam pengambilan keputusan, optimasi operasional, dan peningkatan performa kendaraan. Integrasi tersebut mendukung terciptanya sistem transportasi yang lebih modern, efisien, aman, dan ramah lingkungan.

#### 4.9. Sintesis Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil analisis dari berbagai penelitian terdahulu, implementasi *Internet of Things (IoT)* pada mobil listrik memberikan kontribusi penting dalam meningkatkan efisiensi operasional dan pengelolaan kendaraan secara *real-time*. Teknologi *IoT* memungkinkan proses monitoring terhadap kondisi baterai, konsumsi energi, lokasi kendaraan, performa sistem, hingga proses pengisian daya melalui jaringan internet. Kemampuan monitoring ini membantu pengguna maupun perusahaan otomotif dalam melakukan pengawasan, pengambilan keputusan, serta optimasi penggunaan energi secara lebih efektif.

Selain itu, penerapan sensor cerdas pada mobil listrik turut meningkatkan aspek keamanan dan keandalan sistem kendaraan. Berbagai sensor seperti sensor suhu, sensor ultrasonik, sensor arus, GPS, LiDAR, dan *Battery Management System (BMS)* berperan dalam mendeteksi kondisi kendaraan secara otomatis, memantau kesehatan baterai, mendukung sistem navigasi, serta meningkatkan keselamatan berkendara melalui deteksi lingkungan secara lebih akurat.

Integrasi *Artificial Intelligence (AI)* semakin memperkuat pengembangan mobil listrik modern melalui penerapan *predictive maintenance*, *smart battery optimization*, *autonomous driving*, dan sistem pengambilan keputusan berbasis data. Kombinasi antara *IoT*, sensor cerdas, dan *AI* menunjukkan bahwa teknologi tersebut tidak hanya berfungsi sebagai pendukung operasional kendaraan, tetapi juga menjadi fondasi utama dalam pengembangan sistem transportasi cerdas (*smart transportation*) yang lebih efisien, aman, adaptif, dan ramah lingkungan di masa depan.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa implementasi *Internet of Things (IoT)* dan sensor cerdas pada mobil listrik memberikan dampak yang sangat positif terhadap peningkatan efisiensi energi dan keamanan kendaraan. Teknologi *IoT* memungkinkan kendaraan melakukan monitoring secara *real-time* terhadap kondisi baterai, konsumsi energi, lokasi kendaraan, serta performa kendaraan secara otomatis melalui jaringan internet. Sistem ini membantu pengguna maupun perusahaan otomotif dalam meningkatkan efisiensi operasional kendaraan.

Selain itu, penggunaan sensor cerdas seperti sensor suhu, sensor ultrasonik, sensor arus, GPS, LiDAR, dan *Battery Management System (BMS)* mampu meningkatkan keamanan kendaraan melalui sistem deteksi otomatis dan pengontrolan kondisi kendaraan secara lebih akurat. Integrasi *Artificial Intelligence (AI)* juga semakin memperkuat pengembangan mobil listrik modern melalui *predictive maintenance*, *smart navigation*, dan *autonomous driving system*.

Namun, implementasi teknologi ini masih menghadapi beberapa tantangan seperti keamanan siber, biaya implementasi yang tinggi, keterbatasan infrastruktur internet, dan kompleksitas integrasi sistem kendaraan. Secara keseluruhan, pengembangan mobil listrik berbasis *IoT* dan sensor cerdas memiliki potensi besar dalam mendukung sistem *smart transportation* yang lebih modern, efisien, aman, dan ramah lingkungan di masa depan.

Selain memberikan gambaran mengenai implementasi teknologi pada mobil listrik, penelitian ini juga memiliki kontribusi teoritis dengan menyediakan sintesis komprehensif terkait keterkaitan antara *Internet of Things (IoT)*, sensor cerdas, *Battery Management System (BMS)*, dan *Artificial Intelligence (AI)* dalam ekosistem mobil listrik. Integrasi berbagai komponen tersebut menunjukkan bahwa pengembangan mobil listrik modern tidak hanya bergantung pada satu teknologi, tetapi merupakan hasil kolaborasi berbagai sistem yang saling mendukung untuk meningkatkan efisiensi energi, keamanan, serta performa kendaraan. Kontribusi ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya karena pembahasan mengenai keterkaitan teknologi tersebut masih banyak ditemukan secara terpisah dalam berbagai literatur.

## SARAN

### 1. Bagi Pemerintah

Pemerintah disarankan untuk meningkatkan pembangunan infrastruktur pendukung mobil listrik, seperti Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) dan ketersediaan jaringan internet yang stabil guna mendukung implementasi *Internet of Things (IoT)* pada kendaraan listrik. Selain itu, pemerintah perlu memberikan dukungan melalui regulasi, insentif, dan program pengembangan teknologi guna mempercepat adopsi mobil listrik berbasis teknologi pintar. Kerja sama antara pemerintah, industri, dan institusi pendidikan juga perlu ditingkatkan untuk mendukung pengembangan riset di bidang *smart transportation*.

### 2. Bagi Industri

Perusahaan otomotif disarankan untuk terus mengembangkan teknologi *IoT*, sensor cerdas, *Battery Management System (BMS)*, dan *Artificial Intelligence (AI)* guna meningkatkan efisiensi energi, keamanan, dan performa mobil listrik. Selain itu, industri perlu memperkuat sistem keamanan siber (*cybersecurity*) untuk melindungi data kendaraan serta sistem *IoT* dari ancaman peretasan dan kebocoran data. Inovasi berkelanjutan juga diperlukan agar teknologi kendaraan listrik dapat semakin adaptif terhadap kebutuhan pengguna dan perkembangan transportasi modern.

### 3. Bagi Peneliti Selanjutnya

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan implementasi *Artificial Intelligence (AI)* dan *Machine Learning* pada sistem mobil listrik agar kendaraan menjadi lebih otomatis dan adaptif. Selain itu, penelitian dapat dilakukan menggunakan pendekatan kuantitatif atau eksperimen langsung pada prototipe kendaraan listrik berbasis *IoT* untuk memperoleh hasil yang lebih mendalam. Pengembangan integrasi antara

*smart transportation* dan *smart city system* juga dapat menjadi fokus penelitian di masa mendatang untuk mendukung sistem transportasi yang berkelanjutan.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga jurnal ini dapat diselesaikan. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, serta motivasi selama proses penyusunan jurnal ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan dalam penyusunan penelitian ini. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Universitas Multi Data Palembang, khususnya Program Studi Sistem Informasi Fakultas Ilmu Komputer dan Rekayasa, yang telah memberikan dukungan akademik selama proses penelitian berlangsung.

Tidak lupa, penulis mengucapkan terima kasih kepada keluarga dan teman-teman yang selalu memberikan semangat, doa, dan dukungan sehingga jurnal ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa jurnal ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk pengembangan penelitian selanjutnya agar menjadi lebih baik di masa mendatang.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. G. Tangkudung, “JEJAK SEJARAH MOBIL LISTRIK DI INDONESIA: PERKEMBANGAN DAN TANTANGAN,” vol. 6, no. 09, 2024, <https://doi.org/10.46799/syntax-idea.v6i9.4487>.
- [2] M. Aliffudin, “Sistem Monitoring Energy Mobil Listrik Terintegrasi IoT : Studi Kasus IMEI TEAM UMSIDA IoT Integrated Electric Car Energy Monitoring System : Case Study of IMEI TEAM UMSIDA,” vol. 6, pp. 189–196, 2024, <https://doi.org/10.21070/ups.6033>.
- [3] O. M. K. Rgb-d, A. Helnawan, M. Attamimi, and N. Irfansyah, “Sistem Segmentasi Jalan dan Objek untuk Kendaraan,” vol. 12, no. 1, 2023, <https://doi.org/10.12962/j23373539.v12i1.110848>.
- [4] N. K. Prasiani, P. Darmawan, and B. Bali, “IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI,” vol. 2, no. 1, pp. 35–40, 2022, <https://doi.org/10.35886/imagine.v2i1.329>.
- [5] N. A. Maulana, F. Hukum, and U. Wiraraja, “Regulasi hukum mengenai keselamatan dan pertanggungjawaban kendali otomatis mobil listrik di indonesia,” pp. 5–6, 2023, <https://doi.org/10.24929/snapp.v2i1.3160>.
- [6] M. N. H. Lubudi, “RANCANG BANGUN BATTERY MANAGEMENT SYSTEM ACTIVE BALANCING PADA BATERAI LI-ION 12V 2 , 5Ah mencapai derajat Sarjana S1 Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta,” 2020.
- [7] C. Survey, “Efficient Management of Energy Consumption of Electric Vehicles Using Machine Learning — A Systematic and Comprehensive Survey,” 2023 <https://doi.org/10.3390/en16134897>.
- [8] A. Chaudhuri and S. K. Ghosh, “Predictive maintenance of vehicle fleets through hybrid deep learning-based ensemble methods for industrial IoT datasets,” *Log. J. IGPL*, vol. 32, no. 4, pp. 671–687, Aug. 2024, doi: 10.1093/jigpal/jzae017.
- [9] M. Ismail and R. Ahmed, “A Comprehensive Review of Cloud-based Lithium-Ion Battery Management Systems for Electric Vehicle Applications,” *IEEE Access*, vol. PP, p. 1, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3446880.
- [10] R. Z. Ashari, G. Salsabila, and M. Indriayu, “Pengaruh Nilai Altruisme Terhadap Perilaku Konsumen Dalam Pembelian Mobil Listrik di Indonesia,” vol. 4, no. 4, pp. 11913–11920, 2026, <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i4.4352>.