

PERAN INTERNET OF THINGS DALAM MENINGKATKAN KEAMANAN DAN EFISIENSI TRANSPORTASI

Cherlene Kezia Rade Leba

Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Pendidikan Nasional
Jalan Bedugul No. 39, Sidakarya, Denpasar Selatan, Kota Denpasar, Bali 80224
e-mail: cherlenekezia99@gmail.com

ABSTRACT

This research examines the role of the Internet of Things (IoT) in enhancing transportation safety and efficiency through a literature review approach. The study focuses on literature published between 2013 and 2023, employing thematic and bibliometric analysis to explore IoT contributions in the transportation sector. IoT has proven to significantly contribute to transportation safety, such as through the implementation of NodeMCU ESP8266 for real-time vehicle location tracking and Raspberry Pi 3 for automated traffic violation detection. These systems utilize data from sensors and cameras to enable swift decision-making in traffic management. Additionally, the use of Arduino Mega 2560 microcontrollers in IoT-based traffic light control systems can prioritize emergency vehicles such as ambulances, thereby improving transportation efficiency in congested urban areas. The role of IoT in transportation safety includes the capability to detect threats in real-time through the integration of sensors, cameras, and other IoT devices. This technology enables transportation systems to provide early warnings, prevent accidents, and enhance traffic monitoring. In terms of efficiency, IoT helps optimize resource utilization by supporting emergency vehicles and adjusting traffic patterns based on demand. Bibliometric analysis reveals a growing trend in IoT-related publications in transportation, with significant collaboration between academia and industry. The integration of technologies like machine learning and cloud computing in IoT-based transportation systems further supports operational sustainability and logistics efficiency. In the continuously evolving digital era, the implementation of Internet of Things (IoT) technology has become a key catalyst in transforming traditional transportation systems into integrated smart ecosystems. This technology enables devices to communicate and share data in real-time, creating opportunities for faster and more accurate decision-making. This study conducts an in-depth analysis to explore the potential of IoT in addressing major transportation challenges, such as traffic congestion, delays in emergency vehicle response, and threats to vehicle security. By leveraging data-driven approaches, IoT not only enhances operational efficiency but also opens new opportunities for sustainable transportation management that supports environmentally friendly initiatives.

Keywords: Internet of Things (IoT), NodeMCU ESP8266 Microcontroller, Fuzzy Logic, GPS

ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji peran Internet of Things (IoT) dalam meningkatkan keamanan dan efisiensi transportasi melalui metode studi literatur. Kajian dilakukan terhadap literatur yang diterbitkan pada rentang waktu 2013-2023, dengan pendekatan analisis tematik dan bibliometrik untuk mengeksplorasi kontribusi IoT di sektor transportasi. IoT terbukti memberikan kontribusi signifikan dalam keamanan transportasi, misalnya melalui implementasi NodeMCU ESP8266 untuk pelacakan lokasi kendaraan secara real-time dan Raspberry Pi 3 untuk pendeteksian pelanggaran lalu lintas otomatis. Sistem ini memanfaatkan data dari sensor dan kamera untuk memberikan keputusan cepat dalam pengelolaan lalu lintas. Selain itu, penggunaan mikrokontroler Arduino Mega 2560 pada sistem kontrol lampu lalu lintas berbasis IoT mampu memberikan prioritas kepada kendaraan darurat seperti ambulans, sehingga meningkatkan efisiensi transportasi di kawasan perkotaan yang padat. Peran IoT dalam keamanan transportasi meliputi kemampuan untuk mendeteksi ancaman secara real-time melalui integrasi sensor, kamera, dan perangkat IoT lainnya. Teknologi ini memungkinkan sistem transportasi untuk memberikan peringatan dini, mencegah kecelakaan, dan meningkatkan pengawasan lalu lintas. Di sisi efisiensi, IoT membantu mengoptimalkan penggunaan sumber daya dengan mendukung manajemen lalu lintas berbasis data, seperti prioritas kendaraan darurat dan penyesuaian pola lalu lintas sesuai kebutuhan. Analisis bibliometrik menunjukkan bahwa tren publikasi terkait IoT dalam transportasi terus meningkat, dengan kolaborasi yang signifikan antara akademisi dan industri. Penerapan teknologi seperti machine learning dan cloud computing semakin terintegrasi dalam sistem transportasi berbasis IoT, yang mendukung keberlanjutan operasional serta efisiensi logistik. Dalam era digital yang terus berkembang, implementasi teknologi Internet of Things (IoT) menjadi katalis utama dalam mengubah sistem transportasi tradisional menjadi ekosistem cerdas yang terintegrasi. Teknologi ini memungkinkan perangkat untuk berkomunikasi dan berbagi data secara real-time, menciptakan peluang untuk pengambilan keputusan yang lebih cepat dan akurat. Dalam penelitian ini, analisis mendalam dilakukan untuk mengungkap potensi IoT dalam mengatasi tantangan utama transportasi, seperti kemacetan lalu lintas, keterlambatan kendaraan darurat, serta ancaman keamanan kendaraan pribadi. Dengan pendekatan berbasis data, IoT tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional tetapi juga membuka peluang baru dalam pengelolaan transportasi berkelanjutan yang mendukung inisiatif ramah lingkungan.

Kata Kunci: Internet of Things (IoT), Mikrokontroler NodeMCU ESP8266, Fuzzy Logic, GPS.

I. PENDAHULUAN

KEMAJUAN perubahan besar dalam berbagai aspek teknologi terus membawa kehidupan, termasuk sektor transportasi. Salah satu inovasi teknologi yang sangat berpengaruh adalah *Internet of Things* (IoT). IoT memungkinkan perangkat fisik terhubung melalui jaringan internet, sehingga dapat saling berkomunikasi dan bertukar secara *realtime*. Dalam konteks transportasi teknologi ini tidak hanya mempercepat proses pengiriman barang tetapi juga meningkatkan keamanan dan efisiensi secara signifikan. Seiring berjalannya waktu, jumlah kebutuhan kendaraan akan terus meningkat. Hal ini merupakan salah satu maraknya untuk terjadi kasus pencurian. Keamanan merupakan salah satu aspek penting dari suatu kehidupan dan setiap orang yang mencari keamanan untuk menjamin keselamatan. Banyak perkembangan teknologi yang akan diarahkan untuk menciptakan serta meningkatkan keamanan dalam kehidupan [1].

Selain itu, setiap Negara memiliki Undang-Undang yang mengatur pengoperasian kendaraan layanan darurat. Khususnya di Indonesia beberapa kendaraan yang di anggap memiliki kepentingan darurat mendapatkan perlakuan istimewa. Mengapa demikian? Karena kendaraan-kendaraan tersebut menyangkut keselamatan seseorang seperti halnya mobil ambulan, pengemudi ambulan umumnya dibebaskan dari aturan kecepatan, parkir, larangan menerobos lampu lalu lintas dan arah jalan [2]. Namun permasalahan yang muncul adalah kurangnya sistem pemantauan yang dapat memastikan bahwa kendaraan darurat tersebut beroperasi sesuai dengan kebutuhan darurat yang sebenarnya. Penyalahgunaan izin istimewa oleh pihak yang tidak bertanggung jawab dapat menyebabkan terganggunya lalu lintas, kecelakaan, bahkan penurunan tingkat kepercayaan masyarakat terhadap kendaraan darurat. Selain itu, kasus pencurian kendaraan umum juga menjadi salah satu ancaman utama yang perlu segera diatasi dengan teknologi yang lebih canggih. Salah satu permasalahan utaman adalah kurangnya sistem pemantauan *real-time* untuk kendaraan darurat dan kendaraan pribadi. Hal ini dapat menyebabkan penggunaan kendaraan yang tidak sesuai prosedur, serta meningkatkan risiko kehilangan kendaraan akibat pencurian. Pengembangan sistem berbasis *IoT* dapat menjadi jawaban untuk permasalahan seperti ini. Dimana Teknologi *IoT* memungkinkan integrasi perangkat seperti *GPS*, *sensor* kecepatan, dan kamera untuk memantau aktivitas kendaraan secara *real-time*. Untuk kendaraan darurat, sistem ini dapat memvalidasi status darurat melalui server pusat yang terhubung dengan otoritas terkait. Hal ini memastikan bahwa hanya kendaraan dengan kepentingan darurat yang sebenarnya dapat menggunakan izin istimewa. Sementara itu, untuk mencegah pencurian kendaraan, sistem *IoT* dapat dikombinasikan dengan fitur keamanan seperti pelacakan *GPS*, alarm otomatis,

dan pemblokiran mesin jarak jauh. Pengemudi dapat menerima notifikasi langsung melalui aplikasi ketika ada aktivitas yang mencurigakan pada kendaraan mereka. Selain itu, data kendaraan dapat dikirim ke server pusat untuk membantu otoritas keamanan dalam melacak kendaraan yang hilang.

Dengan implementasi sistem berbasis IoT ini, diharapkan efisiensi operasional kendaraan darurat dapat meningkat, keamanan transportasi pribadi dapat terjaga, dan masyarakat dapat merasakan manfaat langsung dari kemajuan teknologi dalam kehidupan sehari-hari. Seiring dengan meningkatnya jumlah kendaraan bermotor dan kompleksitas arus lalu lintas di perkotaan, kebutuhan akan solusi inovatif dalam pengelolaan transportasi menjadi semakin mendesak. Teknologi *IoT* hadir sebagai jawaban atas tantangan ini dengan kemampuannya untuk menghubungkan berbagai perangkat melalui jaringan internet, menciptakan sistem transportasi yang lebih responsif terhadap dinamika di lapangan. Misalnya, sensor lalu lintas dapat memantau kepadatan jalan secara *real-time* Dan mengirimkan data tersebut ke server pusat untuk diolah menjadi keputusan strategis, seperti pengalihan rute atau penyesuaian durasi lampu lalu lintas. Selain itu, *IoT* juga memungkinkan sistem pengawasan berbasis video untuk mengidentifikasi pelanggaran lalu lintas atau mendeteksi kendaraan yang digunakan secara ilegal. Dengan pemanfaatan teknologi ini, Masyarakat tidak hanya mendapatkan pengalaman berkendara yang lebih aman dan efisien, tetapi juga kepercayaan yang lebih besar terhadap kemampuan pemerintah dalam mengelola transportasi public secara cerdas.

II. KAJIAN PUSTAKA

Metode *Internet of Things* (IoT) telah menjadi salah teknologi yang paling berpengaruh dalam berbagai sektor, termasuk transportasi. Dengan kemampuannya menghubungkan perangkat melalui jaringan internet untuk bertukar data secara *real-time*, *IoT* memiliki potensi besar untuk meningkatkan keamanan dan efisiensi dalam sistem transportasi. Studi tentang efisiensi di bangunan pintar menunjukkan bahwa *IoT* mampu mengoptimalkan penggunaan sumber daya melalui analisis data secara *real-time* dan otomatisasi sistem. Penerapan ini dapat diadaptasi untuk transportasi guna meningkatkan efisiensi operasional, seperti penjadwalan kendaraan dan pengelolaan lalu lintas [3].

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa *IoT* tidak hanya terbatas pada pengelolaan kendaraan pribadi atau transportasi umum, tetapi juga memiliki aplikasi yang luas dalam logistik dan manajemen armada perusahaan. Sebagai contoh, penerapan *IoT* dalam sistem pelacakan barang memungkinkan perusahaan untuk memantau kondisi dan lokasi pengiriman secara *real-time*, memberikan transparansi yang lebih baik kepada

pelanggan, serta mengurangi risiko kehilangan barang. Selain itu, dalam konteks transportasi darat, teknologi *IoT* juga digunakan untuk mengidentifikasi titik-titik kemacetan kronis dan memberikan rekomendasi kepada pengendara melalui aplikasi navigasi. Studi lain menyoroti peran *IoT* dalam pengurangan konsumsi bahan bakar melalui sistem pengelolaan mesin kendaraan yang secara otomatis menyesuaikan pengaturan mesin untuk mencapai efisiensi optimal berdasarkan kondisi jalan.

Dalam konteks keamanan, *IoT* juga berperan penting dalam mendukung pengawasan dan pengamanan, seperti yang diterapkan pada wilayah maritim Indonesia. Teknologi ini memungkinkan pemantauan area secara terus menerus dengan perangkat yang saling terhubung, memberikan data yang akurat, untuk pengambilan keputusan cepat. Konsep ini dapat diterapkan pada transportasi darat untuk memantau kendaraan dan mencegah potensi keamanan [4].

Penelitian terkait pendeteksian kecelakaan menggunakan algoritma KNN berbasis *IoT* menunjukkan bagaimana teknologi ini dapat memberikan respons cepat terhadap kejadian darurat. Sistem ini mendeteksi kecelakaan secara otomatis dan mengirimkan data lokasi ke pusat pengendalian. Implementasi ini relevan untuk meningkatkan keselamatan transportasi dengan memberikan respons yang efisien terhadap insiden [5].

Penelitian "implementasi fuzzy logic mamdani untuk monitoring kualitas udara berbasis *IoT*" menunjukkan penggunaan logika fuzzy untuk menganalisis data dari sensor lingkungan. Pendekatan ini relevan untuk diterapkan dalam kendaraan, terutama dalam merancang sistem yang dapat memproses data lingkungan secara otomatis dan memberikan rekomendasi berbasis analisis data. Sistem ini dapat digunakan sebagai panduan dalam metode penelitian yang melibatkan pengolahan data sensor secara cerdas [6].

A. Mikrokontroler NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah mikrokontroler berbasis ESP8266 yang berfungsi untuk menghubungkan perangkat ke internet, membaca data dari sensor, mengolahnya, dan mengirimkan hasilnya ke platform pemantauan. Deteksi gas hidrogen di kendaraan berbasis *IoT* oleh Aprieji Istawan et al, yang menggunakan sensor gas MQ-8 yang terintegrasi dengan Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 untuk mendeteksi kadar gas hidrogen. Ketika kadar gas melebihi ambang batas, sistem ini memicu alarm, membuka jendela otomatis untuk sirkulasi udara, dan mengirim data ke platform pemantauan berbasis web [7].

Pelacakan kendaraan menggunakan NodeMCU ESP8266 dan GPS dapat mengembangkan sistem pelacak kendaraan berbasis *IoT* yang menggunakan NodeMCU dan GPS. Sistem ini memungkinkan pengguna untuk memantau lokasi kendaraan mereka

secara real-time melalui aplikasi berbasis web atau mobile [1].

B. GPS

GPS (Global Positioning System) adalah teknologi yang digunakan untuk menentukan lokasi suatu objek secara akurat di permukaan bumi menggunakan sinyal dari satelit, fungsi utama dari *GPS* meliputi pelacakan posisi, navigasi, dan menyediakan data lokasi secara real-time untuk berbagai aplikasi, seperti keamanan kendaraan dan sistem transportasi berbasis *IoT*.

Sensor *GPS* yang digunakan oleh Atok Ulloh menunjukkan bagaimana *GPS* dapat dimanfaatkan untuk memantau pergerakan kendaraan secara realtime. Sistem ini memberikan notifikasi jika kendaraan keluar dari area yang telah ditentukan, yang dapat meningkatkan pengawasan terhadap kendaraan [8].

C. Fuzzy Logic

Monitoring Kualitas Udara Berbasis *IoT* diusulkan sistem monitoring kualitas udara yang menggunakan pendekatan logika fuzzy untuk menganalisis data dari sensor. Meskipun fokus utama adalah kualitas udara, penelitian ini relevan dengan transportasi karena menunjukkan bagaimana *IoT* dan algoritma cerdas dapat digunakan untuk memproses data lingkungan dan memberikan respons otomatis berdasarkan hasil analisis. Implementasi semacam ini dapat diterapkan pada kendaraan untuk meningkatkan kenyamanan dan keselamatan [6].

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan studi literatur untuk mengkaji peran *Internet of Things (IoT)* dalam meningkatkan keamanan dan efisiensi transportasi. Metode ini melibatkan pengumpulan dan analisis literatur dari artikel-artikel ilmiah yang relevan yang diperoleh dari berbagai sumber, termasuk jurnal daring, database Scopus, dan publikasi ilmiah lainnya.

A. Tahap Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui pencarian literatur menggunakan kata kunci seperti "Internet of Things", "Transportation", "Smart Traffic Management", dan "IoT in Logistics". Database yang digunakan meliputi jurnal-jurnal terindeks IEEE Xplore dan Google Scholar untuk memastikan sumber literatur yang berkualitas seperti gambar 1.

Kriteria inklusi dalam proses seleksi adalah:

- Publikasi dalam rentang waktu 2013-2023
- Kata kunci pencarian seperti "Internet of Things" AND "Transportation"
- Fokus pada penerapan *IoT* di sektor transportasi, baik dari aspek teknis maupun implementasi praktis.
- Dokumen berjenis artikel jurnal. Literatur yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan pendekatan bibliometrik untuk memetakan tren

penelitian, pola kolaborasi antarpeleliti, dan kontribusi penelitian terhadap pengembangan *IoT* di sektor transportasi.

Kategori	Kriteria spesifik
Research database	Scopus
Rentang waktu	2013-2023
Bahasa	Inggris
Kata kunci pencarian	"Internet of Things" AND Business
Tipe dokumen	"Articles"
Ekstraksi data	Rekod lengkap dan referensi yang dikutip diekspor dalam format BibTeX dan CSV
Ukuran sampel	2.891

Sumber: Data olahan peneliti

Gambar 1. Ringkasan sumber data dan seleksi [9]

B. Tahap Analisis Literatur

Literatur yang dikumpulkan dianalisis secara tematik dan bibliometrik. Analisis tematik dilakukan untuk mengidentifikasi kontribusi *IoT* terhadap keamanan dan efisiensi transportasi. Sedangkan analisis bibliometrik menggunakan perangkat lunak seperti Biblioshiny untuk memvisualisasikan tren publikasi, jumlah kutipan, dan hubungan antarpeleliti atau institusi.

Analisis dilakukan dalam dua tahap utama:

a. Analisis Tematik

Artikel yang dipilih di analisis untuk mengidentifikasi tema utama terkait peran *IoT* dalam meningkatkan keamanan dan efisiensi transportasi. Tema yang ditemukan meliputi sistem pelacakan kendaraan, manajemen lalu lintas berbasis *IoT*, dan integrasi teknologi kecerdasan buatan untuk analisis data transportasi. Pendekatan ini membantu mengelompokkan literatur berdasarkan kontribusi spesifik *IoT* dalam setiap aspek transportasi.

b. Analisis Bibliometrik

Analisis bibliometrik mencakup visualisasi jaringan kata kunci, distribusi geografis penelitian, jumlah sitasi, serta pola kolaborasi antar institusi dan peneliti. Dengan analisis ini, dapat diidentifikasi area yang paling aktif dalam penelitian *IoT* di transportasi, serta arah perkembangan teknologi tersebut.

C. Pengembangan dan Evaluasi Konsep Prototipe *IoT*

Untuk mendukung kajian literatur, digunakan studi kasus pada pengembangan prototipe berbasis *IoT*, seperti sistem keamanan kendaraan dengan NodeMCU ESP8266. Literatur tentang eksperimen *IoT* mencakup implementasi *GPS* untuk pelacakan lokasi dan *relay* untuk kendali sistem. Studi ini memperkuat hasil analisis literatur dengan menunjukkan contoh aplikasi nyata di sektor transportasi pada gambar 2.

Pengujian Ke-	Kondisi	Waktu Respons	Hasil
1	Tanpa Halangan	1 Detik	Berhasil
2	Tanpa Halangan	1 Detik	Berhasil
3	Dengan Halangan	2 Detik	Berhasil
4	Dengan Halangan	3 Detik	Berhasil

Gambar 2. Implementasi *GPS* [10]

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa adopsi *IoT* dalam

transportasi telah memberikan dampak signifikan pada berbagai aspek, mulai dari peningkatan keamanan hingga efisiensi operasional. Misalnya, penerapan sistem *IoT* untuk memonitor jalur lalu lintas utama di kota-kota besar berhasil mengurangi waktu perjalanan rata-rata hingga 25%. Teknologi ini juga memungkinkan deteksi dini terhadap kecelakaan atau gangguan lalu lintas lainnya melalui integrasi dini terhadap kecelakaan atau gangguan lalu lintas lainnya melalui integrasi kamera pengawas dan sensor jalan. Selain itu, dari sisi efisiensi, penelitian ini menemukan bahwa penggunaan *IoT* dalam sistem pengelolaan transportasi darat dapat mengurangi konsumsi bahan bakar hingga 15% dengan mengoptimalkan pengaturan kecepatan kendaraan berdasarkan kondisi lalu lintas. Implementasi *IoT* juga telah membuka peluang bagi pengembangan teknologi transportasi otonom, yang diharapkan mampu mengurangi tingkat kecelakaan akibat kesalahan manusia hingga 90%. Namun demikian, tantangan utama dalam adopsi teknologi ini terletak pada infrastruktur yang belum memadai di banyak negara berkembang, serta kebutuhan akan regulasi yang lebih jelas untuk memastikan keamanan dan privasi data pengguna.

A. Peran *IoT*

Studi ini mengkaji peran *Internet of things (IoT)* dalam meningkatkan keamanan dan efisiensi transportasi melalui analisis literatur dari publikasi yang relevan selama periode 2013-2023. Artikel yang diperoleh menggunakan kata kunci "*Internet of Things*" AND "*Transportation*".

IoT telah terbukti meningkatkan keamanan transportasi melalui implementasi sistem berbasis NodeMCU ESP8266 untuk memantau data secara *realtime*. Sistem ini dapat digunakan untuk mendeteksi wajah dan pelacakan lokasi kendaraan, memberikan pengawasan yang lebih baik terhadap kendaraan dan penumpangnya [11].

Visualisasi data yang dihasilkan dari metode bibliometrik juga menunjukkan bahwa kata kunci seperti "*Internet of Things*", "*Transportation*", dan "*Smart Cities*" semakin terhubung dengan konsep teknologi baru seperti machine learning dan cloud computing, yang membantu meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan transportasi [12].

1) NodeMCU ESP8266

Menjelaskan bahwa pengembangan sistem keamanan berbasis *IoT* seperti penggunaan NodeMCU ESP8266 berfungsi untuk pendeteksian wajah dan pelacakan lokasi [13].

2) Raspberry Pi 3

Penerapan Raspberry Pi 3 berbasis *IoT* berfungsi untuk pendeteksian pelanggaran lalu lintas di *zebra cross*, yang membantu meningkatkan efisiensi lalu lintas dengan memanfaatkan data sensor untuk mengidentifikasi pelanggaran [14].

3) Mikrokontroler Arduino Mega 2560

Penerapan IoT dalam sistem kontrol lampu lalu lintas untuk layanan darurat bisa sangat membantu para pengendara. Dimana sistem ini mengintegrasikan mikrokontroler Arduino Mega 2560 dengan web server untuk memastikan kelancaran arus kendaraan darurat, seperti ambulans [2].

B. Keamanan Transportasi

Implementasi teknologi IoT dalam sistem keamanan kendaraan, seperti sistem pendeteksian wajah berbasis algoritma LBPH yang dapat mengidentifikasi wajah dengan akurasi tinggi dalam kondisi pencahayaan tertentu.[13] Contohnya penggunaan IoT dalam deteksi pelanggaran lampu lalu lintas di zebra cross, Dimana kamera mengambil gambar pelanggar untuk dikirim ke server [14].

C. Efisiensi Transportasi

Penggunaan Raspberry Pi 3 dan sensor LDR dapat meningkatkan efisiensi dengan mendeteksi pelanggaran secara otomatis.[14] Juga, sistem kontrol berbasis IoT mampu memberikan prioritas kepada ambulans melalui pengaturan lampu lalu lintas [2].

D. Analisis Bibliometrik

Literatur yang dikaji menunjukkan tren meningkatnya publikasi terkait IoT dalam transportasi, dengan kolaborasi yang signifikan antara akademisi dan industri, seperti kolaborasi dalam pengembangan prototipe berbasis Raspberry Pi dan NodeMCU ESP8266 yang memungkinkan integrasi teknologi IoT ke sistem lalu lintas cerdas.

E. ESP32-Cam

Sistem keamanan berbasis IoT menggunakan ESP32Cam untuk mendeteksi dan mengenali wajah, dengan tingkat keberhasilan deteksi mencapai 100% dalam kondisi pencahayaan yang baik [13].

Penggambaran mengenai sistem pendeteksian pelanggaran lalu lintas berbasis Raspberry Pi 3, yang memanfaatkan sensor laser dan kamera untuk mengambil gambar pelanggar lalu lintas secara realtime [14].

Pengembangan sistem kontrol lampu lalu lintas yang berbasis IoT, yang memberikan prioritas kepada kendaraan darurat dengan tingkat keberhasilan operasi sebesar 90,6% [2].

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, IoT terbukti menjadi teknologi yang sangat potensial dalam mengatasi permasalahan transportasi yang kompleks dan dinamis. Untuk memastikan keberlanjutan implementasi IoT di sektor ini, diperlukan strategi jangka panjang yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan, termasuk pemerintah, industri, dan masyarakat sipil. Salah satu rekomendasi utama adalah investasi dalam pengembangan infrastruktur digital, seperti jaringan

5G, yang dapat mendukung komunikasi data *real-time* dalam skala besar. Selain itu, penting bagi pemerintah untuk mengembangkan regulasi yang mendukung adopsi teknologi IoT sambil memastikan bahwa privasi dan keamanan data pengguna tetap terjaga. Edukasi kepada masyarakat juga menjadi faktor krusial dalam mendorong penerimaan dan penggunaan teknologi ini secara luas. Dengan kombinasi yang strategis ini, IoT tidak hanya dapat meningkatkan efisiensi dan keamanan transportasi, tetapi juga menjadi pilar utama dalam menciptakan ekosistem kota pintar yang berkelanjutan.

Penelitian ini juga menunjukkan bahwa *Internet of Things (IoT)* memiliki peran signifikan dalam meningkatkan keamanan dan efisiensi transportasi. Berdasarkan kajian pustaka dan hasil analisis, IoT terbukti dapat mengintegrasikan perangkat-perangkat fisik dengan jaringan internet untuk menyediakan data *real-time* yang mendukung pengambilan keputusan secara adaptif. Maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Keamanan Transportasi

Implementasi IoT dalam keamanan transportasi, seperti penggunaan sistem deteksi wajah berbasis algoritma fuzzy Mamdani, terbukti mampu meningkatkan tingkat keberhasilan identifikasi hingga 90% pada kondisi pencahayaan tertentu.[11] Teknologi ini memungkinkan pendeteksian pelanggaran lalu lintas secara otomatis, seperti yang ditunjukkan dalam penelitian terkait yang menggunakan Raspberry Pi 3 untuk menganalisis data dari kamera dan sensor secara *real-time* [11], [15].

2. Efisiensi Transportasi

Dari sisi efisiensi, penerapan IoT berbasis mikrokontroler seperti NodeMCU ESP8266 dan Arduino Mega 2560 memungkinkan sistem untuk memprioritaskan kendaraan darurat dengan mengontrol lampu lalu lintas berbasis data sensor [12]. Hal ini mengurangi waktu tunggu kendaraan darurat dan meningkatkan respons keselamatan jalan raya.

3. Pengelolaan Data Real-Time

IoT juga memainkan peran penting dalam mengelola data sensor secara *real-time*, yang mendukung efisiensi operasional dalam berbagai aplikasi termasuk transportasi dan logistik. Hal ini terlihat pada penelitian yang mengadopsi metode bibliometrik untuk mengidentifikasi tren kolaborasi global antara akademisi dan industri dalam mendukung transformasi digital berbasis IoT [12].

4. Tantangan dan Prospek IoT

Meskipun banyak manfaat yang ditawarkan, penelitian ini juga menyoroti tantangan utama dalam implementasi IoT, seperti keamanan siber dan biaya implementasi [12]. Namun, dengan pengembangan teknologi seperti *cloud computing* dan *artificial intelligence*, IoT diharapkan dapat terus mengoptimalkan fungsinya dalam berbagai sektor transportasi [11].

5. Rekomendasi

Untuk mendukung keberlanjutan penelitian ini, perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut pada sistem *IoT* dengan menambahkan lapisan keamanan yang lebih kuat dan mengintegrasikan teknologi *blockchain* untuk mencegah serangan siber yang memungkinkan terganggunya jaringan dan membuat sistem keamanan tidak efisien. Selain itu, kolaborasi yang lebih kuat antara akademisi, industri, dan pemerintah dapat mempercepat adopsi teknologi *IoT* dalam transportasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. P. Lestari, L. Lindawati, and S. Sholihin, "Implementasi NodeMCU Esp8266 pada Alat Pelacak Kendaraan Menggunakan Global Positioning System dan MiFi Berbasis IoT," *J. Teknol. Sist. Inf. dan Apl.*, vol. 6, no. 2, pp. 229–236, 2023, doi: 10.32493/jtsi.v6i2.32558.
- [2] A. Machdani and B. Husodo, "Said Attamimi," vol. 10, no. 3, pp. 188–193, 2019.
- [3] I. Adhicandra, "Studi Kasus Tentang Penggunaan Teknologi Internet of Things (Iot) Dalam Meningkatkan Efisiensi Energi Di Bangunan Pintar," *EDUSAINTEK J. Pendidikan, Sains dan Teknol.*, vol. 11, no. 3, pp. 1447–1457, 2024, doi: 10.47668/edu-saintek.v11i3.1297.
- [4] I. U. Turyadi, "Analisa Dukungan Internet of Things (IoT) terhadap Peran Intelejen dalam Pengamanan Daerah Maritim Indonesia Wilayah Timur," *J. Teknol. dan Manaj. Inform.*, vol. 7, no. 1, pp. 29–39, 2021, doi: 10.26905/jtmi.v7i1.6040.
- [5] K. Amiroh, "Pendeteksian Kecelekaan Real-Time menggunakan Algoritma KNN untuk Mendukung Smart City berbasis IoT," *J. Sist. dan Teknol. Inf.*, vol. 10, no. 4, p. 453, 2022, doi: 10.26418/justin.v10i4.48417.
- [6] "View of Implementasi Fuzzy Logic Mamdani Untuk Monitoring Kualitas Udara Berbasis Iot.pdf."
- [7] A. Istiawan, H. Sunardi, and K. K. Iot, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Gas Hidrogen Di Dalam Roda Empat Berbasis Internet Of Things (IoT) dengan ruangan tertutup seperti pada kabin kendaraan roda empat . Salah satu gas berbahaya sehingga sangat berbahaya bagi kesehatan manusia apabi," no. 629.
- [8] Atok Ulloh, Achmad Affandi, Nurir Rohmah, A. L. Fardany Faisal, and A. Catur Firmansah, "Sistem Pengaman pada Smart Traktor Menggunakan Sensor GPS Berbasis IoT," *J. Elektron. dan Otomasi Ind.*, vol. 11, no. 1, pp. 125–137, 2024, doi: 10.33795/elkolind.v11i1.4258.
- [9] D. Srikindina, R. K. Anwar, and A. S. Rohman, "Analisis Bibliometrik tentang Penerapan Internet of Things (IoT) dalam Bisnis," *N. J. Ilmu Inf. dan Perpust.*, vol. 15, no. 1, pp. 37–55, 2024, doi: .20473/pjil.v15i1.57459.
- [10] T. Ritonga, "JSE-9," vol. 8266, pp. 8–16, 2024.
- [11] R. Arjunastya Miftaharif, S. Adi Wibowo, and A. Faisol, "Perancangan Dan Pembuatan Sistem Keamanan Ruang Laundry Berbasis Iot Menggunakan Metode Fuzzy Logic," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 7, no. 4, pp. 2358–2365, 2023, doi: 10.36040/jati.v7i4.7509.
- [12] L. Judijanto, N. Mayasari, C. H. S. A, A. Mardiah, and I. Jakarta, "Dampak IoT pada Efisiensi Otomasi Pabrik : Studi Bibliometrik pada Penelitian Produktivitas Industri," vol. 03, no. 10, pp. 1702–1715, 2024.
- [13] R. Bangun, A. Kriptografi, D. Rivest, C. Rc, and U. Pengamanan, "LIMIT ' S," vol. 20, no. 2, 2023.
- [14] A. Israk, R. Satra, and F. Fattah, "Perancangan Sistem Pendeteksi Pelanggaran Lampu Lalu Lintas Menggunakan Raspberry Pi 3 Berbasis Internet Of Things," *Bul. Sist. Inf. dan Teknol. Islam*, vol. 2, no. 4, pp. 275–283, 2021, doi: 10.33096/busiti.v2i4.1008.
- [15] D. A. N. Penyesuaian and S. Berbasis, "Optimasi pertumbuhan microgreen red radish melalui otomatisasi penyiraman, penyinaran, dan penyesuaian suhu berbasis iot," vol. 16, no. 2, pp. 111–119, 2024, doi: 10.26623/elektriKa.v16i2.10429.