PERBANDINGAN IMPLEMENTASI PROTOKOL MQTT DAN COAP PADA SISTEM PELACAK KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS IOT

MAULIDYA FIRDA HANIFAH
NIM H1051221028

SKRIPSI

PROGRAM STUDI REKAYASA SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2026

PERBANDINGAN IMPLEMENTASI PROTOKOL MQTT DAN COAP PADA SISTEM PELACAK KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS IOT

MAULIDYA FIRDA HANIFAH
H1051221028

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Komputer pada Program Studi Rekayasa Sistem Komputer

PROGRAM STUDI REKAYASA SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2026

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	: Perbandingan Implementasi Protokol MQTT dan CoAP Pada Sistem Pelacak Kendaraan Bermotor Berbasis IoT
Nama Mahasiswa	: Maulidya Firda Hanifah
NIM	: H1051221028
Jurusan/Program Studi	: Rekayasa Sistem Komputer
Tanggal Lulus	: 23 Juli 2026
SK Pembimbing	: No. 615/DST/UN22.8/DT.00.09/2026 /20 Februari 2026
SK Penguji	: No. 4327/DST/UN22.8/DT.00.09/2026 /16 Juli 2026

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Hirzen Hasfani, S.Kom., M.Cs.	Kasliono, S.Mat., M.Cs.
NIP. 199305032022031003	NIP. 199306202022031005

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Dwi Marisa Midyanti, S.T., M.Cs.	Uray Ristian, S.Kom., M.Kom.
NIP. 198003192015042001	NIP. 199012012019031017

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Hirzen Hasfani, S.Kom., M.Cs.	Kasliono, S.Mat., M.Cs.
NIP. 199305032022031003	NIP. 199306202022031005

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.
NIP. 197108022000031001

Dipindai dengan CamScanner

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Maulidya Firda Hanifah
NIM	: H1051221028
Program Studi/ Jurusan	: Rekayasa Sistem Komputer
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 23 Juli 2026



Maulidya Firda Hanifah
NIM. H1051221028

Dipindai dengan CamScanner

Perbandingan Implementasi Protokol MQTT dan CoAP Pada Sistem Pelacak Kendaraan Bermotor Berbasis IoT

Abstrak

Perkembangan *Internet of Things* (IoT) memungkinkan penerapan sistem pelacak kendaraan bermotor untuk memantau posisi kendaraan secara berkala. Protokol komunikasi menjadi faktor penting karena memengaruhi kecepatan penerimaan data, keberhasilan pengiriman informasi lokasi, dan konsumsi daya perangkat. Penelitian ini bertujuan membandingkan implementasi protokol MQTT dan CoAP pada sistem pelacak kendaraan berbasis IoT berdasarkan parameter *delay, packet loss*, dan konsumsi daya. Sistem menggunakan ESP32, GPS NEO-6M, dan sensor INA226 dengan pengiriman data melalui MQTT QoS level 0 dan CoAP tipe pesan *Non-confirmable* (NON). Pengujian dilakukan pada *kondisi Line of Sight* (LOS) dan *Non-Line of Sight* (NLOS). Hasil menunjukkan bahwa CoAP memiliki *delay* lebih rendah dibandingkan MQTT. Pada kondisi LOS, rata-rata *delay* MQTT sebesar 110 ms dan CoAP sebesar 27 ms, sedangkan pada NLOS masing-masing sebesar 242 ms dan 34 ms. Kedua protokol menghasilkan p*acket loss* 0% pada seluruh kondisi pengujian. MQTT memiliki konsumsi daya lebih rendah dengan rata-rata 1.154,07 mW dibandingkan CoAP sebesar 1.188,39 mW. Berdasarkan hasil tersebut, MQTT memiliki konsumsi daya sedikit lebih rendah, tetapi CoAP lebih unggul untuk sistem pelacakan kendaraan yang membutuhkan pembaruan lokasi secara real-time karena memiliki delay lebih rendah dengan tingkat keberhasilan pengiriman paket yang setara.

Kata Kunci: *Internet of Things*, MQTT, CoAP, Sistem Pelacakan.

Implementation Comparison of MQTT and CoAP Protocols in an IoT-Based Motorcycle Tracking System

Abstract

The development of the Internet of Things (IoT) enables the implementation of motorcycle tracking systems to periodically monitor vehicle positions. Communication protocols are an important factor because they affect data reception speed, successful delivery of location information, and device power consumption. This study aims to compare the implementation of MQTT and CoAP protocols in an IoT-based vehicle tracking system based on the parameters of delay, packet loss, and power consumption. The system uses an ESP32, GPS NEO-6M, and INA226 sensor, with data transmission through MQTT QoS level 0 and CoAP Non-confirmable (NON) message type. Testing was conducted under Line of Sight (LOS) and Non-Line of Sight (NLOS) conditions. The results show that CoAP has lower delay compared to MQTT. Under LOS conditions, the average delay of MQTT was 110 ms and CoAP was 27 ms, while under NLOS conditions, the values were 242 ms and 34 ms, respectively. Both protocols achieved 0% packet loss in all test conditions. MQTT had lower power consumption with an average of 1,154.07 mW compared to CoAP at 1,188.39 mW. Based on these results, MQTT has slightly lower power consumption, but CoAP is superior for vehicle tracking systems requiring real-time location updates because it provides lower delay while maintaining an equivalent packet delivery success rate.

Keywords: Internet of Things, MQTT, CoAP, Tracking System.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan ridha-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "**Perbandingan Implementasi Protokol MQTT dan CoAP pada Sistem Pelacak Kendaraan Bermotor Berbasis IoT**". Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom) pada Program Studi Rekayasa Sistem Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura.

Penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, bimbingan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.
2. Ibu Rahmi Hidayati, S.Kom., M.Cs., selaku Ketua Jurusan Rekayasa Sistem Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura sekaligus Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan, motivasi, dan bimbingan selama masa perkuliahan.
3. Bapak Hirzen Hasfani, S.Kom., M.Cs., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan arahan, masukan, serta meluangkan waktu dalam proses penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak Kasliono, S.Mat., M.Cs., selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan saran, masukan, dan bimbingan selama penyusunan tugas akhir.
5. Ibu Dwi Marisa Midyanti, S.T., M.Cs., selaku Dosen Penguji Utama yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan yang membangun demi penyempurnaan tugas akhir ini.
6. Bapak Uray Ristian, S.Kom., M.Kom., selaku Dosen Penguji Pendamping yang telah memberikan berbagai masukan dan saran selama proses ujian tugas akhir.
7. Seluruh dosen dan staf Program Studi Rekayasa Sistem Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura yang telah memberikan ilmu, bantuan, dan pelayanan selama masa studi.

8. Bunda tercinta yang senantiasa memberikan doa, dukungan, motivasi, semangat, dan kasih sayang yang tiada henti selama proses perkuliahan hingga penyelesaian tugas akhir ini.
9. Teman-teman seperjuangan di Program Studi Rekayasa Sistem Komputer yang telah memberikan bantuan, dukungan, serta pengalaman selama masa perkuliahan.
10. Sahabat-sahabat terspesial yang tergabung dalam grup "Jurrasic", yaitu Agatha, Salma, Nela, Nanda, Resta, Eka, Riska, July, dan Vivie, yang telah menjadi bagian dari perjalanan perkuliahan penulis dengan memberikan dukungan, motivasi, canda, serta kebersamaan yang berharga hingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.
11. Teman-teman terbaik, khususnya Balqies Diansyah Putri, Arya Ridho Yudistira, Cahaya Pramesty Ramadhanty, Elda Pahmawati yang telah memberikan semangat, motivasi, saran, serta dukungan selama proses penyusunan tugas akhir.
12. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dan mendukung penulis baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Pontianak, 23 Juli 2026



Maulidya Firda Hanifah
NIM. H1051221028

Dipindai dengan CamScanner

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ii

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK iii

Abstrak iv

Abstract v

PRAKATA vi

DAFTAR ISI viii

DAFTAR GAMBAR xii

DAFTAR TABEL xiv

DAFTAR KODE PROGRAM xv

BAB 1 PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 4

1.3 Tujuan Penelitian 5

1.4 Batasan Masalah 5

1.5 Manfaat Penelitian 6

1.6 Sistematika Penulisan 6

BAB 2 LANDASAN TEORI 8

2.1 Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu 8

2.2 MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) 9

2.3 CoAP (Constrained Application Protocol) 11

2.4 Mikrokontroler ESP32 12

2.5 Modul GPS NEO-6M 13

2.6 Sensor INA226 14

2.7 Modem SIM Wi-Fi 14

2.8 Laravel 15

2.9 VPS 15

2.10 MySQL 16

2.11 OpenStreetMap 16

2.12 *Line of sight* (LOS) 16
2.13 *Non-Line of sight* (NLOS) 16
2.14 Arduino IDE 17
2.15 *Delay* 17
2.16 *Packet loss* 18
2.17 Konsumsi Daya 18
2.18 Wireshark 19
BAB 3 METODE PENELITIAN 20
3.1 Studi Literatur 20
3.2 Analisis Kebutuhan 21
3.2.1 Kebutuhan Perangkat Keras 21
3.2.2 Kebutuhan Perangkat Lunak 22
3.3 Perancangan Sistem 22
3.3.1 Perancangan Perangkat Keras 22
3.3.2 Perancangan Perangkat Lunak 22
3.4 Implementasi Sistem 23
3.5 Pengujian Sistem 24
3.6 Kesimpulan dan Saran 24
BAB 4 PERANCANGAN 26
4.1 Deskripsi Sistem 26
4.2 Perancangan Arsitektur Sistem 27
4.2.1 Arsitektur Sistem MQTT 28
4.2.2 Arsitektur Sistem CoAP 29
4.2.3 Arsitektur Sistem Pengujian Lokal Protokol MQTT 31
4.2.4 Arsitektur Sistem Pengujian Lokal Protokol CoAP 33
4.3 Perancangan Perangkat Keras 34
4.4 Perancangan Perangkat Lunak 37
4.4.1 Perancangan Komunikasi CoAP 39
4.4.2 Perancangan Server CoAP 40
4.4.3 Perancangan Komunikasi MQTT 41
4.4.4 Perancangan MQTT *Subscriber* 42
4.4.5 Perancangan *Website* Monitoring 43
4.5 Perancangan Antarmuka *Website* 43

4.5.1 Perancangan Antarmuka Halaman *Login* 43
4.5.2 Perancangan Antarmuka Halaman *Register* 44
4.5.3 Perancangan Antarmuka Halaman *Dashboard*.....45
4.5.4 Perancangan Antarmuka Halaman *Map tracking*.....46
4.5.5 Perancangan Antarmuka Halaman *History tracking* 47
4.6 Perancangan *Database*.....48
4.6.1 Tabel Users 48
4.6.2 Tabel *tracking*_data 48
4.6.3 Tabel network_logs.....49
4.7 Perancangan Pengujian Kondisi *Line of sight* (LOS) 50
4.8 Perancangan Pengujian Kondisi *Non-Line of sight* (NLOS) 51
4.9 Perancangan Pengujian Konsumsi Daya 52
4.10 Perancangan Pengujian *Black box* 53
BAB 5 IMPLEMENTASI, PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN.....55
5.1 Implementasi Sistem.....55
5.2 Implementasi Perangkat Keras 55
5.3 Implementasi Perangkat Lunak 56
5.3.1 Implementasi Sistem Komunikasi CoAP 57
5.3.2 Implementasi Sistem Komunikasi CoAP pada Lingkungan Pengujian Lokal 60
5.3.3 Implementasi Sistem Komunikasi MQTT.....61
5.3.4 Implementasi Sistem Komunikasi Pengujian MQTT Lokal....64
5.3.5 Implementasi Halaman *Login*.....65
5.3.6 Implementasi Halaman *Register*.....66
5.3.7 Implementasi Halaman *Dashboard* 66
5.3.8 Implementasi Halaman *Map tracking*.....68
5.3.9 Implementasi Halaman *History tracking*.....69
5.4 Pengujian Sistem.....70
5.4.1 Pengujian pada kondisi LOS.....70
5.4.2 Pengujian pada Kondisi NLOS.....76
5.4.3 Pengujian Konsumsi Daya.....82
5.4.4 Pengujian *Black box*.....83
5.5 Pembahasan 85
BAB 6 PENUTUP 90

6.1 Kesimpulan 90
6.2 Saran 91
LAMPIRAN 92
DAFTAR PUSTAKA 103

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi Cara Kerja MQTT 11
Gambar 2.2 Ilustrasi Cara Kerja CoAP.....12
Gambar 2.3 Mikrokontroler ESP32 13
Gambar 2.4 Modul GPS NEO-6M.....14
Gambar 2.5 Modem SIM Wi-Fi.....15
Gambar 4.1 Arsitektur Sistem MQTT 28
Gambar 4.2 Arsitektur Sistem CoAP.....30
Gambar 4.3 Arsitektur Sistem Pengujian Lokal MQTT 32
Gambar 4.4 Arsitektur Sistem Pengujian Lokal CoAP.....33
Gambar 4.5 Perancangan Perangkat Pelacak.....36
Gambar 4.6 Diagram Alir Sistem Perangkat Lunak 38
Gambar 4.7 Diagram Alir Implementasi Komunikasi CoAP 39
Gambar 4.8 Diagram Alir Implementasi Server CoAP.....40
Gambar 4.9 Diagram Alir Implementasi Komunikasi MQTT.....41
Gambar 4.10 Diagram Alir Implementasi Subscriber Server 42
Gambar 4.11 Antarmuka Halaman Login.....44
Gambar 4.12 Antarmuka Halaman Register 44
Gambar 4.13 Antarmuka Halaman Dashboard 45
Gambar 4.14 Antarmuka Halaman Map tracking.....46
Gambar 4.15 Antarmuka Halaman History tracking 47
Gambar 4.16 Perancangan Pengujian Kondisi LOS 51
Gambar 4.17 Perancangan Pengujian Kondisi NLOS 52
Gambar 5.1 Hasil Implementasi Perangkat Pelacak 56
Gambar 5.2 Implementasi Halaman Login 65
Gambar 5.3 Implementasi Halaman Register 66
Gambar 5.4 Implementasi Halaman Dashboard 67
Gambar 5.5 Implementasi Halaman Map tracking 68
Gambar 5.6 Implementasi Halaman History tracking.....69
Gambar 5.7 Hasil Pengecekan Bandwidth MQTT pada Kondisi LOS.....71
Gambar 5.8 Hasil Pengecekan Bandwidth CoAP pada Kondisi LOS 71

Gambar 5.9 Pengujian pada kondisi LOS 72
Gambar 5.10 Grafik *Delay* CoAP dan MQTT kondisi LOS.....75
Gambar 5.11 Hasil Pengecekan Bandwidth MQTT pada Kondisi NLOS.....77
Gambar 5.12 Hasil Pengecekan Bandwidth CoAP pada Kondisi NLOS 77
Gambar 5.13 Pengujian pada kondisi NLOS 78
Gambar 5.14 Grafik *Delay* MQTT dan CoAP kondisi NLOS.....81
Gambar 5.15 Grafik Perbandingan Konsumsi Daya MQTT dan CoAP 83

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan dengan penelitian terdahulu 8
Tabel 2.2 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu (Lanjutan).....9
Tabel 2.3 Standarisasi *Delay* Versi TIPHON 17
Tabel 2.4 Standarisasi *Packet loss* Versi TIPHON.....18
Tabel 4.1 Penggunaan Pin ESP32 dengan Modul GPS NEO-6M 36
Tabel 4.2 Penggunaan Pin ESP32 dengan Sensor INA226 dan Kabel Daya 36
Tabel 4.3 Tabel users 48
Tabel 4.4 Tabel tracking_data.....49
Tabel 4.5 Tabel network_logs.....50
Tabel 4.6 Tabel Perancangan Pengujian Black box.....54
Tabel 5.1 Hasil Pengujian *Delay* kondisi LOS 73
Tabel 5.2 Hasil Pengujian *Delay* kondisi LOS (Lanjutan) 74
Tabel 5.3 Hasil Pengujian *Packet loss* kondisi LOS.....75
Tabel 5.4 Hasil Pengujian *Delay* kondisi NLOS 79
Tabel 5.5 Hasil Pengujian *Delay* kondisi NLOS (Lanjutan) 80
Tabel 5.6 Tabel Pengujian *Packet loss* pada kondisi NLOS.....81
Tabel 5.7 Hasil Pengujian Konsumsi Daya 82
Tabel 5.8 Tabel Pengujian Black box 84
Tabel 5.9 Tabel Pengujian Black box (Lanjutan) 85
Tabel 5.10 Rekapitulasi Hasil Pengujian 86

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 5.1 Pembentukan Payload Data pada CoAP.....58
Kode Program 5.2 Pengiriman Data Menggunakan CoAP.....58
Kode Program 5.3 Pengiriman Data Menggunakan CoAP (Lanjutan).....59
Kode Program 5.4 Penerimaan Data dan Perhitungan *Delay* pada CoAP Server .59
Kode Program 5.5 Inisialisasi CoAP Server.....60
Kode Program 5.6 Konfigurasi CoAP Server Lokal.....61
Kode Program 5.7 Pembentukan Payload MQTT 62
Kode Program 5.8 Publikasi Data Menggunakan MQTT.....62
Kode Program 5.9 Penerimaan Data dan Perhitungan *Delay* pada MQTT Subscriber 63
Kode Program 5.10 Inisialisasi MQTT Subscriber.....63
Kode Program 5.11 Inisialisasi MQTT Subscriber.....64
Kode Program 5.12 Konfigurasi MQTT Broker Lokal 65

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kendaraan bermotor merupakan sarana transportasi yang digunakan dalam aktivitas sehari-hari. Pada beberapa kondisi, seperti pemantauan kendaraan operasional, distribusi logistik, maupun keamanan kendaraan, informasi mengenai lokasi kendaraan diperlukan agar posisi kendaraan dapat diketahui. Oleh karena itu, sistem pelacak kendaraan berbasis *Internet of Things* (IoT) digunakan untuk mengirimkan data lokasi kendaraan secara berkala sehingga posisi kendaraan dapat dipantau dari jarak jauh.

Pada sistem pelacak kendaraan, informasi lokasi kendaraan perlu dikirim secara berkala dari perangkat pelacak menuju server agar posisi kendaraan dapat dipantau oleh pengguna. Berbeda dengan perangkat IoT yang berada pada lokasi tetap, perangkat pelacak pada kendaraan digunakan dalam kondisi yang terus bergerak sehingga proses pengiriman data menjadi bagian penting dalam sistem pelacakan (Chun & Park, 2017). Apabila proses pengiriman data mengalami gangguan, informasi yang diterima dapat mengalami keterlambatan (*delay*) maupun kehilangan data. Kondisi tersebut dapat memengaruhi kualitas informasi yang diperoleh dari proses pelacakan karena data sensor dapat terlambat diterima atau bahkan tidak sampai kepada pengguna (Wei et al., 2010). Selain itu, perangkat pelacak sebagai perangkat IoT umumnya memiliki keterbatasan kemampuan pemrosesan dan sumber daya listrik (Chun & Park, 2017). Oleh karena itu, konsumsi daya menjadi salah satu aspek penting dalam evaluasi performa sistem IoT karena perangkat yang digunakan memiliki sumber daya yang terbatas (Bayılmış et al., 2022). Dengan demikian, protokol komunikasi yang digunakan perlu dievaluasi berdasarkan kecepatan penerimaan data, keberhasilan pengiriman pesan, dan konsumsi daya perangkat. Pada sistem pelacak kendaraan, ketiga aspek tersebut memiliki peranan yang berbeda. Nilai *delay* yang rendah diperlukan agar informasi posisi kendaraan dapat diperbarui dengan cepat, sedangkan nilai *packet loss* yang rendah diperlukan agar titik lokasi kendaraan dapat diterima secara berkelanjutan dan tidak menyebabkan hilangnya sebagian riwayat perjalanan. Di

sisi lain, konsumsi daya perlu diperhatikan karena perangkat pelacak dipasang pada kendaraan dan bekerja secara terus-menerus menggunakan sumber daya listrik yang terbatas.

Dalam penelitian ini, sistem pelacak kendaraan difokuskan pada kebutuhan pemantauan posisi kendaraan secara berkala dengan mempertimbangkan aspek keberhasilan penerimaan dan kecepatan pembaruan informasi lokasi. Hal ini dikarenakan informasi posisi yang diterima secara cepat dapat membantu pengguna mengetahui kondisi dan perubahan lokasi kendaraan secara lebih responsif. Oleh karena itu, evaluasi terhadap karakteristik performa protokol komunikasi berdasarkan kecepatan penerimaan data, keberhasilan pengiriman data, dan konsumsi daya diperlukan untuk mengetahui kesesuaian protokol terhadap kebutuhan sistem pelacak kendaraan.

Untuk menjaga keandalan pengiriman data pada sistem pelacak kendaraan berbasis *Internet of Things* (IoT), diperlukan protokol komunikasi yang mampu mengirimkan data secara efisien sesuai dengan karakteristik perangkat IoT yang memiliki keterbatasan sumber daya. Dua protokol yang banyak digunakan dalam komunikasi IoT adalah *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) dan *Constrained Application Protocol* (CoAP). MQTT merupakan protokol ringan dengan mekanisme *publish-subscribe* yang mendukung komunikasi data secara andal melalui fitur *Quality of Service* (QoS) (Ristian et al., 2023). Sementara itu, CoAP merupakan protokol berbasis UDP yang dirancang untuk perangkat IoT dengan keterbatasan sumber daya dan mendukung komunikasi yang lebih sederhana serta ringan (Çavuşoğlu et al., 2020). Pada penelitian ini, MQTT diterapkan menggunakan QoS level 0. Pada tingkat QoS tersebut, pesan dikirim paling banyak satu kali tanpa mekanisme retransmisi maupun *acknowledgement* pada lapisan MQTT. Adapun CoAP diterapkan menggunakan tipe pesan *Non-confirmable* (NON), yaitu pesan yang tidak memerlukan *acknowledgement* dari penerima sehingga tidak menyediakan mekanisme keandalan pengiriman pada lapisan CoAP (Seoane et al., 2021). Meskipun kedua konfigurasi tersebut sama-sama tidak menggunakan *acknowledgement* pada lapisan aplikasi, MQTT QoS 0 dan CoAP NON memiliki protokol transport dan mekanisme komunikasi yang berbeda. Perbedaan karakteristik tersebut dapat menyebabkan kedua protokol

memiliki performa komunikasi yang berbeda pada kondisi jaringan tertentu. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi terhadap kedua protokol untuk mengetahui karakteristik performanya pada sistem pelacak kendaraan berbasis IoT.

Meskipun MQTT dan CoAP dirancang untuk mendukung komunikasi pada sistem *Internet of Things* (IoT), performa kedua protokol dapat menunjukkan karakteristik yang berbeda ketika digunakan pada kondisi jaringan yang berbeda (Thangavel et al., 2014). Pada sistem IoT yang menggunakan komunikasi nirkabel, kualitas komunikasi dapat berubah akibat adanya jarak maupun penghalang fisik yang memengaruhi propagasi sinyal. Kondisi tersebut dapat dievaluasi melalui skenario *Line of sight* (LOS) dan *Non-Line of sight* (NLOS). Pada jaringan Wi-Fi, perbedaan kondisi LOS dan NLOS diketahui memengaruhi parameter *Quality of Service* (QoS), seperti *latency*, akibat pengaruh jarak dan hambatan fisik terhadap propagasi sinyal (Sultan et al., 2022). Berdasarkan temuan tersebut, skenario LOS dan NLOS digunakan dalam penelitian ini sebagai representasi kondisi lingkungan yang berbeda saat kendaraan bergerak. Pengujian dilakukan untuk mengetahui bagaimana perubahan kondisi lingkungan komunikasi dapat memengaruhi performa protokol MQTT dan CoAP dalam mengirimkan data lokasi kendaraan.

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas penerapan protokol komunikasi pada sistem IoT. Penelitian yang berjudul "Implementasi Protokol MQTT pada GPS-NEO6M sebagai Rancang Bangun Monitoring Sepeda Motor" mengembangkan sistem pemantauan posisi kendaraan dengan menggunakan modul GPS NEO-6M dan protokol MQTT yang diuji melalui server berbasis broker EMQX, hasil menunjukkan bahwa MQTT bekerja secara stabil dan efisien dalam mengirimkan data posisi dengan menggunakan konsumsi bandwidth yang rendah (Viantara & Rosid, 2024). Sebuah penelitian berjudul *"*Analisis Quality of Service Protokol MQTT, HTTP, dan CoAP dalam Pengiriman Data ke Thingsboard*"* menguji *delay*, *packet loss*, dan jitter saat mengirim data suhu. Hasilnya, MQTT lebih unggul untuk pengiriman data periodik dengan interval pendek, sementara CoAP menunjukkan performa baik pada pengiriman data dengan interval lebih jarang, walaupun pada jitter masih ada fluktuasi (Kurniawan et al., 2024). Dalam penelitian "*MQTT and CoAP Communication Protocol Analysis in Internet of Things System for Strawberry Hydroponic Plants*", protokol MQTT dan CoAP

dibandingkan untuk aplikasi pertanian. Penelitian mencatat perbedaan dalam performa komunikasi ketika mengirim data lingkungan seperti suhu dan kelembapan, menunjukkan bahwa CoAP bisa lebih ringan dari sisi penggunaan jaringan dalam beberapa kondisi (Safitri & Seto Priambodo, 2023).

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan, penelitian ini berjudul "Perbandingan Implementasi Protokol MQTT dan CoAP pada Sistem Pelacak Kendaraan Bermotor Berbasis IoT". Dalam penelitian ini, dibangun sistem pelacak kendaraan menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan modul GPS NEO-6M untuk memperoleh data lokasi kendaraan. Data lokasi tersebut dikirimkan melalui jaringan Wi-Fi menuju server menggunakan protokol MQTT dengan QoS level 0 dan CoAP dengan tipe pesan *Non-confirmable* (NON). Pada sistem utama, layanan penerimaan dan pengolahan data dijalankan pada *Virtual Private Server* (VPS). VPS digunakan untuk menjalankan MQTT *Subscriber* dan CoAP *Server,* menyimpan data pada basis data MySQL, serta mendukung penyajian informasi melalui *website* monitoring berbasis Laravel. Untuk mengevaluasi karakteristik performa komunikasi kedua protokol, pengujian dilakukan pada skenario *Line of sight* (LOS) dan *Non-Line of sight* (NLOS) sebagai representasi kondisi lingkungan komunikasi yang berbeda. Analisis dilakukan berdasarkan parameter *Quality of Service* (QoS), yaitu *delay* dan *packet loss*, serta konsumsi daya perangkat selama proses komunikasi. Hasil pengujian dari ketiga parameter tersebut kemudian digunakan untuk menggambarkan karakteristik performa MQTT dan CoAP serta menjadi pertimbangan dalam pemilihan protokol komunikasi berdasarkan kebutuhan sistem pelacak kendaraan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka didapatkan rumusan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana perbandingan kinerja protokol MQTT dan CoAP pada sistem pelacak kendaraan bermotor berbasis IoT berdasarkan *delay* dan *packet loss*?
2. Bagaimana perbandingan konsumsi daya perangkat pada penggunaan protokol MQTT dan CoAP dalam sistem pelacak kendaraan berbasis *Internet of Things* (IoT)?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan permasalahan, penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Menganalisis dan membandingkan kinerja protokol MQTT dan CoAP pada sistem pelacak kendaraan berbasis IoT berdasarkan *delay* dan *packet loss.*
2. Menganalisis dan membandingkan konsumsi daya perangkat pada penggunaan protokol MQTT dan CoAP dalam sistem pelacak kendaraan berbasis *Internet of Things* (IoT).

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang diterapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian membandingkan performa pengiriman data menggunakan protokol MQTT dengan QoS level 0 dan CoAP dengan tipe pesan *Non-confirmable* (NON).
2. Parameter yang dianalisis meliputi *delay*, *packet loss*, dan konsumsi daya perangkat selama penggunaan masing-masing protokol.
3. Perangkat keras yang digunakan meliputi ESP32 sebagai mikrokontroler IoT, modul GPS NEO-6M sebagai pendeteksi posisi kendaraan, sensor INA226 sebagai pengukur konsumsi daya perangkat, dan modem Wi-Fi.
4. Implementasi sistem dipasang pada sepeda motor Honda Genio.
5. Pengujian dilakukan pada dua kondisi lingkungan komunikasi, yaitu *Line of sight* (LOS) dan *Non-Line of sight* (NLOS). Kondisi LOS dilakukan pada area terbuka, sedangkan kondisi NLOS dilakukan pada area dengan hambatan fisik berupa struktur bangunan.
6. Pengujian dilakukan dalam kondisi perangkat bergerak (mobilitas) untuk mensimulasikan sistem pelacak kendaraan secara nyata.
7. Pengujian *delay* dan *packet loss* dilakukan pada lingkungan pengujian lokal (local testbed) menggunakan jaringan Wi-Fi yang disediakan oleh laptop sebagai *access point*. Pengujian MQTT dan CoAP dilakukan menggunakan perangkat, interval pengiriman, kondisi mobilitas, serta kondisi *bandwidth* jaringan yang sebanding untuk menjaga kesetaraan kondisi pengujian.

8. Implementasi sistem utama menggunakan VPS DomaiNesia sebagai server untuk menjalankan layanan pendukung sistem, yaitu MQTT Subscriber, CoAP Server, basis data MySQL, dan website monitoring berbasis Laravel.
9. Nilai *delay* dan *packet loss* dianalisis dan dikategorikan dengan mengacu pada standar TIPHON yang diterbitkan oleh European Telecommunications Standards Institute (ETSI).
10. Implementasi antarmuka sistem dibatasi pada *dashboard* monitoring berbasis *website* untuk menampilkan data pelacak kendaraan dan visualisasi posisi kendaraan pada peta digital.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan gambaran mengenai perbandingan kinerja protokol MQTT dan CoAP pada sistem pelacak kendaraan bermotor berbasis IoT berdasarkan *delay*, *packet loss,* dan konsumsi daya perangkat.
2. Memberikan informasi mengenai karakteristik performa MQTT dan CoAP pada kondisi *Line of sight* (LOS) dan *Non-Line of sight* (NLOS).
3. Dapat menjadi bahan pertimbangan dalam pengembangan sistem IoT yang memerlukan pengiriman data secara berkelanjutan.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan penelitian ini dibagi menjadi 6 bab agar pembahasan penelitian dapat disampaikan secara sistematis dan mudah dipahami. Adapun sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang penelitian yang menjelaskan permasalahan pada sistem pelacak kendaraan bermotor berbasis IoT serta alasan dilakukannya penelitian ini. Selain itu, bab ini juga memuat rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan skripsi.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab ini membahas teori yang mendukung penelitian, meliputi *Internet of Things* (IoT), MQTT, CoAP, *Quality of Service* (QoS), *delay, packet loss,* konsumsi daya, mikrokontroler ESP32, modul GPS NEO-6M, sensor INA226, serta Wireshark.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode dan tahapan penelitian yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian. Pembahasan meliputi studi literatur, analisis kebutuhan sistem, perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian, metode pengumpulan dan analisis data hasil pengujian, serta kesimpulan dan saran.

BAB 4 PERANCANGAN SISTEM

Bab perancangan sistem berisi tentang perancangan dan tahapan pengembangan sistem secara rinci. Secara umum, perancangan meliputi perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Perancangan perangkat keras meliputi perancangan sistem pelacak kendaraan menggunakan mikrokontroler ESP32, modul GPS NEO-6M, dan sensor INA226. Sementara itu, perancangan perangkat lunak meliputi perancangan komunikasi data menggunakan protokol MQTT dan CoAP, perancangan MQTT broker, MQTT *subscribe*r, dan CoAP server yang dijalankan secara lokal pada laptop, serta perancangan basis data dan *website* monitoring pada VPS, serta perancangan skenario pengujian pada kondisi *Line of sight* (LOS) dan *Non-Line of sight* (NLOS).

BAB 5 IMPLEMENTASI, PENGUJIAN, DAN PEMBAHASAN

Bab implementasi, pengujian, dan pembahasan membahas implementasi sistem berdasarkan perancangan yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya. Tahapan ini meliputi implementasi perangkat keras, implementasi perangkat lunak, pengujian sistem menggunakan protokol MQTT dan CoAP pada kondisi *Line of sight* (LOS) dan *Non-Line of sight* (NLOS), serta pembahasan hasil pengujian berdasarkan parameter Quality of Service (QoS) berupa *delay* dan *packet loss*, serta konsumsi daya perangkat.

BAB 6 PENUTUP

Bab penutup memuat kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian serta saran untuk pengembangan sistem dan penelitian selanjutnya.