IMPLEMENTASI OBSERVE MECHANISM CONSTRAINED APPLICATION PROTOCOL PADA *TRACKER SYSTEM* SEPEDA MOTOR BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

DWIFIKUS JERO
H1051211017

SKRIPSI

PROGRAM STUDI REKAYASA SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

IMPLEMENTASI OBSERVE MECHANISM CONSTRAINED APPLICATION PROTOCOL PADA *TRACKER SYSTEM* SEPEDA MOTOR BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

DWIFIKUS JERO
H1051211017

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
2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	: Implementasi Observe Mechanism Constrained Application Protocol pada Tracker System Sepeda Motor Berbasis Internet of Things
Nama Mahasiswa	: Dwifikus Jero
NIM	: H1051211017
Jurusan/Program Studi	: Rekayasa Sistem Komputer
Tanggal Lulus	: 02 September 2025
SK Pembimbing	: 1280/UN22.8/TD.06/2025/28 April 2025
SK Penguji	: 3016/UN22.8/TD.06/2025/02 September 2025

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Hirzen Hasfani, S.Kom., M.Cs.	Ikhwan Ruslianto, S.Kom., M.Cs.
NIP. 199305032022031003	NIP. 198607012014041001

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Uray Ristian, S.Kom., M.kom.	Hafiz Muhardi, S.T., M.Kom.
NIP. 199012012019031017	NIP. 199007232023211017

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Hirzen Hasfani, S.Kom., M.Cs.	Ikhwan Ruslianto, S.Kom., M.Cs.
NIP. 199305032022031003	NIP. 198607012014041001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

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

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Dwifikus Jero
NIM	: H1051211017
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 perundang-undangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyatan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 2 September 2025



Dwifikus Jero

H1051211017

IMPLEMENTASI OBSERVE MECHANISM CONSTRAINED APPLICATION PROTOCOL PADA *TRACKER SYSTEM* SEPEDA MOTOR BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

ABSTRAK

Perkembangan jumlah kendaraan pribadi di Indonesia yang terus meningkat telah menimbulkan tantangan serius terkait keamanan, ditandai dengan tingginya kasus pencurian sepeda motor. Untuk mengatasi hal ini, sistem pelacakan berbasis Internet of Things (IoT) dikembangkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan dan menganalisis kinerja protokol CoAP dengan *observe mechanism* sebagai solusi pengiriman data yang efisien. Pengujian sistem ini dilakukan untuk mengevaluasi akurasi GPS, parameter komunikasi (*delay* dan *throughput*), serta penggunaan daya baterai dalam dua kondisi lingkungan, yaitu *Line of Sight* (LOS) dan *Non-Line of Sight* (NLOS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengujian selisih jarak GPS memiliki rata-rata akurasi sebesar 9,26 meter. Dari sisi komunikasi, rata-rata *delay* pada kondisi LOS tercatat 103,66 ms dan NLOS memiliki fluktuasi dengan nilai tertinggi 247,56 ms, yang keduanya diklasifikasikan sebagai "Sangat Baik" atau "Baik" menurut standar TIPHON. Sementara itu, rata-rata *throughput* pada kondisi LOS adalah 6,21 bps dan NLOS adalah 5,65 bps, yang keduanya dikategorikan "Buruk". Di sisi penggunaan daya, perangkat ini mendapatkan rata-rata 5,06 V, 0,14 A, dan 0,73 W, untuk 1 kali pengiriman data, yang diperkirakan dapat beroperasi secara kontinu hingga 38 jam 25 menit dari satu kali penggunaan baterai penuh.

Kata Kunci: Sistem Pelacakan, OM CoAP, IoT.

IMPLEMENTASI OBSERVE MECHANISM CONSTRAINED APPLICATION PROTOCOL PADA *TRACKER SYSTEM* SEPEDA MOTOR BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

ABSTRACT

The increasing number of private vehicles in Indonesia has posed serious security challenges, marked by a high number of motorcycle theft cases. To address this issue, an Internet of Things (IoT)-based tracking system has been developed. This study aims to implement and analyze the performance of the CoAP protocol with an observe mechanism as an efficient data delivery solution. This system was tested to evaluate GPS accuracy, communication parameters (delay and throughput), and battery power usage in two environmental conditions, namely Line of Sight (LOS) and Non-Line of Sight (NLOS). The results showed that the GPS distance difference test had an average accuracy of 9.26 meters. In terms of communication, the average delay in LOS conditions was recorded at 103.66 ms and NLOS had fluctuations with a highest value of 247.56 ms, both of which were classified as "Very Good" or "Good" according to TIPHON standards. Meanwhile, the average throughput in LOS conditions was 6.21 bps and in NLOS conditions was 5.65 bps, both of which were categorized as "Poor." In terms of power consumption, the device averaged 5.06 V, 0.14 A, and 0.73 W for a single data transmission, which is estimated to allow continuous operation for up to 38 hours and 25 minutes on a single full battery charge.

Keywords: *Tracker System, OM CoAP, IoT.*

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul *"***Implementasi *Observe Mechanism Constrained Application Protocol* pada *Tracker System* Sepeda Motor Berbasis *Internet of Things***"** sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom) pada Jurusan Rekayasa Sistem Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura Pontianak.

Semua hasil yang diperoleh ini tidak terlepas dari segala dukungan dan bantuan dari berbagai pihak yang terus mendorong penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Sebagai penghargaan, izinkanlah penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kepada kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan, doa, motivasi, dan kasih sayang tanpa henti sepanjang perjalanan penulisan tugas akhir ini.
2. Bapak Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak.
3. Bapak Syamsul Bahri, S.Kom., M.Cs., selaku Ketua Jurusan Rekayasa Sistem Komputer FMIPA Universitas Tanjungpura Pontianak.
4. Bapak Ikhwan Ruslianto, S.Kom., M.Cs., selaku dosen pembimbing akademik yang sudah membimbing dan memberikan saran selama pelaksanaan perkuliahan berlangsung.
5. Bapak Hirzen Hasfani, S.Kom., M.Cs., selaku dosen pembimbing pertama yang telah banyak meluangkan waktu dan pikiran untuk membimbing, memberikan nasihat serta motivasi dalam menyelesaikan skripsi.
6. Bapak Ikhwan Ruslianto, S.Kom., M.Cs., selaku dosen pembimbing kedua yang telah banyak memberikan informasi seputar skripsi dan masukan dalam menyelesaikan skripsi.
7. Bapak Hafiz Muhardi, S.T., M.Kom., selaku dosen penguji kedua yang telah banyak memberikan masukan dan saran dalam penulisan skripsi.
8. Bapak Uray Ristian, S.Kom., M.Kom., selaku dosen penguji pertama yang telah banyak memberikan masukan dan saran dalam penulisan skripsi.

9. Kepada Pasangan terkasih yang selalu memberikan dukungan dan menjadi penyemangat
10. Kepada teman-teman seperjuangan Vando, Andy, Alip, Primus, Naufal, Oji, Immanuel, Shabran, Dendi, Azka, Yessa, Vanya, Yunita, Novi, Vio, yang menemani proses penyelesaian tugas akhir ini.
11. Rekan-rekan seperjuangan mahasiswa yang telah memberikan semangat dan dukungan dalam proses perkuliahan.
12. Semua pihak yang terlibat langsung maupun yang tidak langsung dalam penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih memiliki kekurangan dan belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis maupun pembaca.

Pontianak, 2 September 2025



Dwifikus Jero

NIM. H1051211017

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ii
PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK iii
ABSTRAK iv
ABSTRACT v
PRAKATA vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR KODE PROGRAM xiv
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Batasan Masalah 4
1.5 Manfaat Penelitian 4
1.6 Sistematika Penulisan 5
BAB 2 LANDASAN TEORI 6
2.1 Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu 6
2.2 ESP32 7
2.3 Modul GPS Neo-6M 7
2.4 Sensor INA226 8
2.5 Modem SIM Wi-Fi 8
2.6 Adaptor 9
2.7 USB Female 9
2.8 *Internet of Things* 10
2.9 Arduino IDE 10
2.10 *Hypertext Preprocessor (PHP)* 10
2.11 MySQL 11
2.12 *Throughput* 11
2.13 *Delay* 12

2.14 *Haversine Formula* 12
2.15 Estimasi Baterai 13
2.16 *Observe Mechanism Constrained Application Protocol* 14
BAB 3 METODE PENELITIAN 16
3.1 Studi Literatur 16
3.2 Analisis Kebutuhan 17
3.2.1 Kebutuhan Perangkat Keras 17
3.2.2 Kebutuhan Perangkat Lunak 17
3.3 Perancangan Sistem 18
3.4 Implementasi Sistem 18
3.5 Pengujian Sistem 18
3.6 Kesimpulan dan saran 19
BAB 4 PERANCANGAN 20
4.1 Deskripsi Sistem 20
4.2 Perancangan Arsitektur Sistem 20
4.3 Perancangan Perangkat Keras 22
4.4 Perancangan Perangkat Lunak 25
4.4.1 Perancangan perangkat lunak pada NodeMCU ESP32 27
4.4.2 Implementasi *Observe Mechanism* pada CoAP 27
4.4.3 Perancangan Antarmuka *Website* 28
4.5 Perancangan *Database* 31
4.5.1 Tabel *Users* 31
4.5.2 Tabel data_gps 32
4.5.3 Tabel data_jaringan 32
4.5.4 Tabel data_baterai 33
4.6 Perancangan Pengujian *Black Box* 33
4.7 Perancangan Pengujian *Tracker System* Pada Lingkungan Terbuka (LOS) 35
4.8 Perancangan Pengujian *Tracker System* Pada Kondisi Tertutup (NLOS) 36
BAB 5 IMPLEMENTASI, PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN 38
5.1 Implementasi Sistem 38

5.2 Implementasi Perangkat Keras 38
5.3 Implementasi Perangkat Lunak 39
5.3.1 Implementasi Sistem Komunikasi Perangkat *Tracker* dengan *Server* 39
5.3.2 Implementasi Antarmuka Halaman Login 47
5.3.3 Implementasi Antarmuka Halaman Dashboard 48
5.3.4 Implementasi Antarmuka Halaman Jaringan 48
5.3.5 Implementasi Antarmuka Halaman Baterai 49
5.3.6 Implementasi Antarmuka Halaman Peta 49
5.4 Pengujian Sistem 50
5.4.1 Pengujian akurasi GPS *tracker* 50
5.4.2 Pengujian *Tracker System* secara LOS 53
5.4.3 Pengujian *Tracker System* secara NLOS 56
5.4.5 Pengujian penggunaan baterai aki 60
5.4.6 Pengujian *Black Box* 61
5.5 Pembahasan 63
BAB 6 PENUTUP 66
6.1 Kesimpulan 66
6.2 Saran 66
DAFTAR PUSTAKA 68
LAMPIRAN 71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. MCU ESP32 7
Gambar 2.2. Modul GPS Neo-6M 8
Gambar 2.3. Sensor INA226 8
Gambar 2.4. Modem SIM Wi-Fi 9
Gambar 2.5. Adaptor 9
Gambar 2.6. USB *Female* 10
Gambar 2.7. Pola pengiriman Request-Response CoAP 14
Gambar 2.8. Pola pengiriman RFC 7641 15
Gambar 3.1. Diagram Metode Penelitian 16
Gambar 4.1. Arsitektur *Tracker System* 21
Gambar 4.2. Perancangan Perangkat *Tracker* 23
Gambar 4.3. Diagram alir *Tracker System* 26
Gambar 4.4. Diagram Alir implementasi *Observe Mechanism* pada CoAP 28
Gambar 4.5. Antarmuka Halaman Login 29
Gambar 4.6. Antarmuka Halaman Dashboard 29
Gambar 4.7. Antarmuka Halaman Kualitas Jaringan 30
Gambar 4.8. Antarmuka Halaman Baterai 30
Gambar 4.9. Antarmuka Halaman Peta 31
Gambar 4.10. Ilustrasi Kondisi LOS 35
Gambar 4.11. Diagram Alir Pengujian *Tracker System* pada Lingkungan LOS .. 36
Gambar 4.12. Ilustrasi Kondisi NLOS 36
Gambar 4.13. Diagram Alir Pengujian *Tracker System* pada Lingkungan NLOS 37
Gambar 5.1. Hasil Implementasi Perangkat *Tracker* 39
Gambar 5.2. Hasil Pengiriman paket data payload ke server 39
Gambar 5.3. Hasil data yang diolah server 40
Gambar 5.4. Implementasi Halaman Antarmuka Login 48
Gambar 5.5. Implementasi Halaman Antarmuka Dashboard 48
Gambar 5.6. Implementasi Halaman Kualitas Jaringan 49
Gambar 5.7. Implementasi halaman baterai 49
Gambar 5.8. Implementasi Antarmuka Halaman Peta 50

Gambar 5.9. Pengambilan Data GPS *Tracker* Antarmuka Halaman Peta 51
Gambar 5.10. Pengambilan Data GPS pada Google Maps 51
Gambar 5.11. Perangkat *Tracker* pada pengujian LOS 54
Gambar 5.12. Grafik *Delay* Pengujian *Tracker System* Secara LOS 54
Gambar 5.13. Grafik *Throughput* Pengujian *Tracker System* Secara LOS..... 55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perbandingan dengan penelitian terdahulu 6
Tabel 2.2. Standar parameter Throughput menurut TIPHON..... 11
Tabel 2.2. Standar parameter *Throughput* menurut TIPHON (Lanjutan)..... 12
Tabel 2.3. Standar parameter *Delay* menurut TIPHON..... 12
Tabel 4.1. Penggunaan pin ESP32 dengan Modul GPS Neo 6M 23
Tabel 4.2. Penggunaan pin ESP32 dengan Modul Sensor INA226 dan kabel daya 24
Tabel 4.3. Penggunaan pin ESP32 dengan Modul USB Female sebagai tambahan port penghubung modem..... 25
Tabel 4.4. Tabel Users 32
Tabel 4.5. Tabel data_gps 32
Tabel 4.6. Tabel kualitas_jaringan..... 33
Tabel 4.7. data_baterai..... 33
Tabel 4.8. Perancangan pengujian black box..... 34
Tabel 5.1. Pengujian Akurasi Jarak GPS pada perangkat *tracker* 52
Tabel 5.2. Penggunaan Sumber Daya Baterai Pada Pengiriman Data..... 60
Tabel 5.3. Tabel Pengujian Black Box..... 62

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 5.1. Melakukan permintaan pendaftaran *Observe* 40
Kode Program 5.2. Parsing respon CoAP 41
Kode Program 5.3. Perhitungan *Delay* dan *Throughput* 43
Kode Program 5.4. Pengelolaan dan pengiriman data ke *client* 45

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan sumber daya manusia di Indonesia setiap tahun, berbanding lurus dengan kebutuhan akan alat transportasi pribadi seperti motor dan mobil, pada tahun 2022 tercatat peningkatan sebanyak 5.263.034 unit dari tahun sebelumnya untuk jenis kendaraan sepeda motor (Badan Pusat Statistik, 2022). Salah satu masalah yang timbul dari peningkatan jumlah kendaraan adalah keamanan kendaraan. Badan Pusat Statistik melaporkan terdapat 372.965 kasus kejahatan yang terjadi di Indonesia sepanjang 2022. Dari jumlah itu, sebanyak 14.184 kejahatan berupa pencurian sepeda motor (DataIndonesia, 2022). Dalam kasus pencurian sepeda motor, pelaku sering kali mudah menghilang karena polisi sulit melacak pelakunya akibat banyaknya kendaraan di Indonesia. Dalam sistem pemantauan lokasi telah banyak dikembangkan sistem pelacakan dengan pemanfaatan *Global Positioning System* (GPS). Oleh karena itu diperlukan adanya sistem navigasi sekaligus pelacakan kendaraan untuk membantu menemukan lokasi kendaraan (Risaldi et al., 2024).

Untuk mengatasi masalah tersebut, dunia teknologi telah mengembangkan sistem informasi berbasis *Internet of Things* (IoT). IoT adalah konsep atau skenario dimana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mengirim data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer (Darmawan et al., 2020). Penggunaan sistem IoT dapat diterapkan dalam banyak bidang seperti untuk bidang kesehatan, pertanian, keamanan, maupun pemantauan lokasi. Sehingga perlu dikembangkan sistem pelacakan yang dapat mengirim informasi secara berkala dari perangkat keras ke perangkat lunak.

Pembangunan sistem pelacakan membutuhkan penerapan protokol yang mampu mempertahankan akurasi data serta hemat daya masa pakai untuk pengiriman data antara perangkat dan server. Constrained Application Protocol (CoAP) merupakan suatu protokol di dalam *Wireless Sensor Network* (WSN) yang dikembangkan untuk menggantikan peran protokol HTTP dalam lingkup (IoT).

CoAP memiliki ukuran paket data yang lebih kecil dibandingkan dengan HTTP sehingga dapat menghemat penggunaan sumber daya yang digunakan, ketika melakukan pengiriman data dalam jaringan dan meningkatkan proses transmisi data yang berdampak pada perpindahan arus informasi menjadi lebih cepat. Dengan kata lain protokol ini cocok diimplementasikan untuk membangun suatu sistem pengamatan (Wiryawan et al., 2018).

Pada penelitian terkait dengan judul "Manajemen Pertukaran Data Antar Kendaraan Menerapkan Protokol CoAP". berfokus pada pengembangan sistem komunikasi antar kendaraan. Penelitian ini mengimplementasikan pertukaran data antara dua perangkat *on-board* yang berbeda. Setiap perangkat memiliki peran sebagai pengirim dan penerima data secara bergantian. Pengujian ini menggunakan protokol CoAP untuk memvalidasi bahwa komunikasi data antar kendaraan dapat berjalan dengan baik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pengiriman data antar perangkat berhasil dilakukan. Waktu tunda (*delay*) pada pengujian statis jarak maksimum 500 meter dengan delay rata-rata 597,14 ms(Wibawa et al., 2024).

Penelitian selanjutnya, yang berjudul "Implementasi dan Analisis Protokol Komunikasi IoT untuk *Crowdsensing* pada Bidang Kesehatan" (A.C.F.R. Amurullah, T.O.F. Koto, A.H. Fathoni, 2022), berfokus pada perbandingan kinerja beberapa protokol komunikasi IoT di lingkungan *crowdsensing*. Penelitian ini membandingkan tiga protokol, yaitu CoAP, MQTT, dan HTTP. Pengujian dilakukan dengan mengirimkan data dari perangkat *client* ke *server* melalui jaringan internet. Hasil dari penelitian tersebut menunjukan bahwa protokol CoAP memiliki kinerja yang lebih baik dari pada kedua protokol dalam pengujian *throughput*. Protokol MQTT memiliki performa terbaik pada pengukuran *delay*(Amrullah et al., 2022).

Adapun penelitian terkait kasus yang sama yaitu *tracking* yang berjudul "Pengembangan Alat Pelacak Berbasis Internet Of Things pada Sepeda Motor Menggunakan GPS dan ESP8266" sistem tersebut dirancang untuk mengembangkan alat pelacak kendaraan berbasis IoT untuk sepeda motor guna mengatasi masalah pencurian. Dengan menggunakan ESP8266 data dari modul GPS dikirim ke server firebase dengan memanfaatkan modem sim sebagai penyedia jaringan. Adapun perangkat keras yang digunakan seperti IC LM7805, Fuse 5

ampere, ESP8266, Stepdown XL4015,Stepdown MB102, Relay 2 channel, GPS neo6mv2, SW420, dan Emergency switch. Yang dimana sistem bekerja berdasarkan informasi berupa data koordinat GPS, sensor getar, dan sistem yang memanfaatkan relay sebagai pemicu alarm dan pemutus jalur kontak, dan jika tombol klakson ditekan suara klakson akan terus berbunyi. Dalam pengujian sistem didapatkan hasil rata-rata jarak selisih antara perangkat dengan referensi google maps sejauh 9,418 meter, rata-rata kecepatan respon dalam mengaktifkan relay sebesar 3,9 detik, dan rata-rata waktu dalam mengirimkan pesan peringatan ke server sebesar 10,8 detik(Majid et al., 2022).

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan serta merujuk pada penelitian-penelitian sebelumnya, penelitian ini dikembangkan untuk meneliti *tracking system* yang berfokus pada pengiriman data menggunakan protokol CoAP dan menerapkan *observe mechanism*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak dari pengiriman data terhadap performa jaringan *delay*, *throughput* yang juga berdampak pada penggunaan sumber daya. Sistem ini memanfaatkan ESP32 sebagai perangkat utama yang bertugas mengirimkan data ke server. Server, yang berfungsi sebagai pengelola data jaringan, akan menyimpan seluruh data yang telah diperoleh ke dalam database MySQL. Penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan solusi pelacakan yang tidak hanya akurat tetapi juga hemat energi, sehingga dapat diterapkan secara praktis pada kendaraan pribadi untuk meningkatkan keamanan dan ketenangan bagi pemiliknya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, terdapat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana nilai *delay* dan *throughput* dalam proses pengiriman data dari ESP32 ke server menggunakan protokol CoAP dalam kondisi LOS dan NLOS?
2. Bagaimana penggunaan baterai Aki pada pengiriman data menggunakan protokol CoAP dan menerapkan *observe mechanism*?
3. Bagaimana akurasi *tracker system* berbasis CoAP dalam menunjukkan lokasi dibandingkan dengan lokasi sebenarnya di Google Maps?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Mengetahui nilai *delay* dan *throughput* dalam proses pengiriman data dari ESP32 ke server menggunakan protokol CoAP dalam kondisi LOS dan NLOS.
2. Mengetahui penggunaan baterai pada pengiriman data menggunakan protokol CoAP dan menerapkan *observe mechanism.*
3. Mengetahui akurasi *tracker system* berbasis CoAP dalam menunjukkan lokasi dibandingkan dengan lokasi sebenarnya di Google Maps.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Protokol yang digunakan adalah protokol CoAP.
2. Perangkat keras yang digunakan adalah ESP32, GPS Neo-6M dan INA226.
3. Implementasi sistem pelacakan dipasang pada sepeda motor NMAX.
4. Implementasi sistem pelacakan dapat digunakan pada kendaraan yang mendukung penggunaan *port lighter*.
5. Pengujian sistem dilakukan pada kondisi ruangan terbuka (LOS) dan ruangan tertutup/berhalangan (NLOS).
6. Monitoring dilakukan melalui website DJTS.
7. Jitter digunakan hanya sebagai parameter pendukung.
8. Penelitian ini tidak membahas aspek keamanan data, enkripsi komunikasi, atau proteksi sistem.
9. Modem yang digunakan hanya dapat menggunakan jaringan provider Telkomsel.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk memberikan informasi lokasi sepeda secara real-time melalui website yang menampilkan titik koordinat secara visual berbasis peta. Dengan sistem ini, pengguna dapat melakukan pemantauan dari jarak jauh, sehingga dapat mengetahui lokasi sepeda motor secara praktis kapan saja tanpa harus mengawasi secara langsung.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian ini terdiri dari 6 bab yang disusun sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan tugas akhir.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab ini berisi teori-teori pendukung yang digunakan dalam penelitian, seperti teori tentang ESP32, modul GPS, sensor INA226, IoT, Arduino IDE, PHP, MySQL, *Throughput*, *Delay*, *Haversine Formula*, Estimasi baterai dan *observe mechanism*.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian, mulai dari studi literatur, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, kesimpulan dan saran.

BAB 4 PERANCANGAN

Bab ini menjelaskan proses perancangan sistem pelacakan sepeda motor, yang meliputi perancangan sistem, arsitektur, perangkat keras, perangkat lunak, *database*, dan pengujian *black box*.

BAB 5 IMPLEMENTASI, PENGUJIAN, DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan implementasi sistem berdasarkan perancangan yang telah dibuat, mencakup implementasi sistem, perangkat keras, perangkat lunak, sistem, dan pembahasan hasil pengujian terkait *delay*, *throughput*, penggunaan baterai, dan akurasi GPS.

BAB 6 PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil pengujian serta saran untuk pengembangan sistem pelacakan sepeda motor ke depan.