IMPLEMENTASI PROTOKOL COAP DALAM SISTEM PEMANTAUAN KEBOCORAN GAS METANA BERBASIS WEB

MUHAMMAD FAISHAL HADY
H1051211006

SKRIPSI

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

IMPLEMENTASI PROTOKOL COAP DALAM SISTEM PEMANTAUAN KEBOCORAN GAS METANA BERBASIS WEB

MUHAMMAD FAISHAL HADY
H1051211006

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 Protokol CoAP dalam Sistem Pemantauan Kebocoran Gas Metana Berbasis Web
Nama Mahasiswa	: Muhammad Faishal Hady
NIM	: H1051211006
Jurusan/Program Studi	: Rekayasa Sistem Komputer
Tanggal Lulus	: 09 Juli 2025
SK Pembimbing	: No. 4167/UN22.8/TD.06/2024/10 Desember 2024
SK Penguji	: No. 2028/UN22.8/TD.06/2025/03 Juli 2025

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Syamsul Bahri, S.Kom., M.Cs.	Dwi Marisa Midyanti., ST., M.Cs.
NIP 198802272015041001	NIP 198003192015042001

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Ikhwan Ruslianto, S.Kom., M.Cs.	Rahmi Hidayati S.Kom., M.Cs.
NIP 198607012014041001	NIP 198607202015042001

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Syamsul Bahri, S.Kom., M.Cs.	Dwi Marisa Midyanti., ST., M.Cs.
NIP 198802272015041001	NIP 198003192015042001

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 : Muhammad Faishal Hady

NIM : H1051211006

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 pernyatan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 9 Juli 2025



Rp.10.000,-

Muhammad Faishal Hady

H1051211006

Implementasi Protokol CoAP dalam Sistem Pemantauan Kebocoran Gas Metana Berbasis Web

Abstrak

Lahan gambut merupakan ekosistem unik yang terbentuk dari akumulasi bahan organik dalam kondisi jenuh air dan anaerobik. Kondisi ini mendukung aktivitas bakteri metanogen yang menghasilkan gas metana (CH_4). Namun, perubahan lingkungan seperti alih fungsi lahan atau pengeringan dapat meningkatkan emisi gas metana yang mudah terbakar dan berbahaya dalam konsentrasi tinggi. Salah satu kasus peningkatan emisi metana terjadi di Desa Sepuk Laut, Kabupaten Kubu Raya, yang menunjukkan adanya nyala api dari tanah gambut saat digali. Untuk mengantisipasi risiko tersebut, dirancang sistem pemantauan berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan protokol *Constrained Application Protocol* (CoAP) yang ringan dan hemat daya. Sistem ini terdiri dari NodeMCU ESP8266 sebagai CoAP Client yang terhubung dengan sensor MQ-5 serta CoAP Server yang meneruskan data ke basis data MySQL. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata *delay* sebesar 2,304 ms yang tergolong sangat baik menurut standar TIPHON. Sementara itu, *throughput* sebesar 55,35879 kbps termasuk kategori sangat kurang namun tetap dapat diterima karena data berukuran kecil dan sistem menunjukkan pengiriman data yang stabil. Pengujian daya menunjukkan bahwa sistem mampu beroperasi rata-rata selama 1 hari 13 jam 51 menit 12 detik menggunakan *powerbank* 10.000 mAh berkapasitas penuh. Hasil ini menunjukkan sistem dapat digunakan cukup baik di lingkungan keterbasan sumber listrik.

Kata kunci: CoAP, Daya, *Delay*, Metana, *Throughput*.

Implementation of the CoAP Protocol in a Web-Based Methane Gas Leak Monitoring System

Abstract

Peatlands are unique ecosystems formed from the accumulation of organic matter in water-saturated and anaerobic conditions. These conditions support the activity of methanogenic bacteria that produce methane gas (CH_4). However, environmental changes such as land conversion or drainage can increase methane emissions, which are highly flammable and dangerous at high concentrations. One case of increased methane emission occurred in Sepuk Laut Village, Kubu Raya Regency, where flames were observed emerging from the peat soil when it was dug. To anticipate this risk, a monitoring system was designed based on the *Internet of Things* (IoT) using the lightweight and energy-efficient *Constrained Application Protocol* (CoAP). The system consists of a NodeMCU ESP8266 as the CoAP Client connected to an MQ-5 sensor and a CoAP Server that forwards the data to a MySQL *database*. Test results showed an average *delay* of 2.304 ms, which is considered very good according to TIPHON standards. Meanwhile, the *throughput* of 55.35879 kbps falls into the very poor category but remains acceptable due to the small data size and stable data transmission. Power testing showed that the system was able to operate for an average of 1 day, 13 hours, 51 minutes, and 12 seconds using a fully charged 10,000 mAh power bank. This result indicates that the system can be used effectively in environments with limited power.

Keywords: *CoAP, Delay, Methane, Power, Throughput.*

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya yang memungkinkan terselesaikannya skripsi dengan judul "Implementasi Protokol CoAP dalam Sistem Pemantauan Kebocoran Gas Metana Berbasis Web" ini dengan baik dan tepat waktu. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan pada jenjang sarjana dan mendapatkan gelar Sarjana Komputer (S.Kom) di Universitas Tanjungpura.

Selama proses penyusunan skripsi, banyak bantuan, dukungan, serta bimbingan yang diberikan oleh berbagai pihak. Atas segala kontribusi tersebut, ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.
2. Bapak Tedy Rismawan, S.Kom., M.Cs., selaku Ketua Jurusan Rekayasa Sistem Komputer FMIPA Universitas Tanjungpura Pontianak.
3. Bapak Syamsul Bahri, S.Kom., M.Cs., selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan, masukan, dan motivasi selama proses penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Dwi Marisa Midyanti, S.T., M.Cs., selaku dosen Pembimbing Akademik (PA) sekaligus pembimbing kedua yang telah memberikan arahan dan saran yang sangat bermanfaat dalam penyusunan skripsi ini.
5. Ikhwan Ruslianto, S.Kom., M.Cs. sebagai dosen penguji pertama yang telah memberikan saran dan masukan dalam penulisan skripsi ini.
6. Ibu Rahmi Hidayati S.Kom., M.Cs., sebagai dosen penguji kedua yang telah memberikan saran dan masukan dalam penulisan skripsi ini.
7. Kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan moral dan doa tanpa henti dalam setiap langkah yang diambil penulis.
8. Saudara Fauzi Azhar Pratama yang senantiasa menemani, memberi semangat, dukungan, dan bantuan dalam bentuk apapun sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

9. Saudari Maulidia yang senantiasa menemani, memberi semangat, dukungan, dan bantuan dalam bentuk apapun sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
10. Teman-teman seperjuangan mahasiswa/i angkatan 2021 yang telah memberikan semangat, dukungan, dan kebersamaan selama proses penyusunan skripsi ini.
11. Semua pihak yang membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Penulis berharap tugas akhir ini memberikan manfaat kepada banyak pihak.

Pontianak, 9 Juli 2025



Muhammad Faishal Hady

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
DAFTAR LAMPIRAN xv
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Batasan Masalah 4
1.4 Tujuan Penelitian 4
1.5 Manfaat Penelitian 5
1.6 Sistematika Penulisan 5
BAB 2 LANDASAN TEORI 7
2.1 Penelitian Terdahulu 7
2.2 Protokol CoAP 8
2.3 NodeMCU ESP8266 10
2.4 ESP32 11
2.5 Arduino IDE 12
2.6 Web Server 13
2.7 PHP 14
2.8 MySQL 14
2.9 *Quality of Service* 14
2.10 *Parts per million* 16
2.11 iPerf 17

BAB 3 METODE PENELITIAN 18
3.1 Studi Literatur 19
3.2 Analisis Kebutuhan 19
3.2.1 Kebutuhan Perangkat Keras 19
3.2.2 Kebutuhan Perangkat Lunak 19
3.3 Perancangan Sistem 20
3.4 Implementasi Sistem 20
3.5 Pengambilan Data 20
3.6 Pengujian 21
3.7 Kesimpulan dan Saran 21
BAB 4 PERANCANGAN 22
4.1 Deskripsi Sistem 22
4.2 Perancangan Arsitektur Sistem 23
4.3 Perancangan Perangkat Keras 25
4.4 Perancangan Perangkat Lunak 27
4.5 Perancangan Basis Data 30
4.6 Perancangan Antarmuka 32
4.7 Perancangan Pengujian 35
4.7.1 Perancangan Pengujian *Bandwidth* 35
4.7.2 Perancangan Pengujian Fungsional 36
4.7.3 Perancangan Pengujian Daya 37
BAB 5 IMPLEMENTASI, PENGUJIAN, DAN PEMBAHASAN 38
5.1 Implementasi Sistem 38
5.1.1 Implementasi Perangkat Keras 38
5.1.2 Implementasi *Database* 39
5.2 Kode Program 41
5.2.1 Kode Program CoAP Client 41
5.2.2 Kode Program CoAP Server 42
5.3 Visualisasi Aplikasi 43
5.4 Pengujian *Bandwidth* 48
5.5 Pengujian Fungsional 51

5.4.1 Pengujian Koneksi Perangkat 51
5.4.2 Pengujian Pengiriman dan Penerimaan Data 52
5.4.3 Pengujian *Delay* 53
5.4.4 Pengujian *Throughput* 55
5.6 Pengujian Daya 58
5.7 Pembahasan 58
BAB 6 PENUTUP 61
6.1 Kesimpulan 61
6.2 Saran 61
DAFTAR PUSTAKA 63
LAMPIRAN 68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 CoAP pada UDP Layer 9
Gambar 2.2 Proses Kerja CoAP 9
Gambar 2.3 NodeMCU ESP8266 11
Gambar 2.4 ESP32 12
Gambar 2.5 Arduino IDE 12
Gambar 4.1 Diagram Blok Perancangan Sistem 22
Gambar 4.2 Ilustrasi Penerapan Sistem 23
Gambar 4.3 Arsitektur Sistem 24
Gambar 4.4 Alur Komunikasi Protokol CoAP 25
Gambar 4.5 Perancangan Perangkat Keras CoAP 26
Gambar 4.6 Flowchart Alur Kerja Sistem 28
Gambar 4.7 Flowchart CoAP Client 29
Gambar 4.8 Flowchart CoAP Server 30
Gambar 4.9 Halaman Login 32
Gambar 4.10 Halaman Monitor Data 32
Gambar 4.11 Halaman Daftar Data 33
Gambar 4.12 Halaman Tambah Data / Edit Data 33
Gambar 4.13 Halaman Grafik Data 34
Gambar 4.14 Halaman Kelola Akun 34
Gambar 4.15 Halaman Tambah Akun 35
Gambar 5.1 Implementasi Perangkat Keras 39
Gambar 5.2 Implementasi pada Tempat Pengujian 39
Gambar 5.3 Tabel Metana 40
Gambar 5.4 Tabel Admin 40
Gambar 5.5 Halaman Login 44
Gambar 5.6 Halaman Utama 44
Gambar 5.7 Halaman Monitor Data 45
Gambar 5.8 Halaman Daftar Data 45
Gambar 5.9 Halaman Tambah Data atau Edit Data 46
Gambar 5.10 Halaman Grafik Data 46

Gambar 5.11 Halaman Kelola Akun 47
Gambar 5.12 Halaman Tambah Akun 47
Gambar 5.13 IP address Windows melalui Command Prompt 48
Gambar 5.14 Menjalankan iPerf sebagai server di CMD Windows 48
Gambar 5.15 Konfigurasi IP dan mode pada iPerf di Android 49
Gambar 5.16 Pengujian Koneksi Perangkat 52
Gambar 5.17 Pengujian Pengiriman Data 52
Gambar 5.18 Pengujian Penerimaan Data CoAP Server 53
Gambar 5.19 Penerimaan Data di Web 53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu..... 7
Tabel 2.2 Kategori *Delay* 15
Tabel 2.3 Kategori *Throughput* 16
Tabel 4.1 Koneksi Pin NodeMCU ESP8266 dan MQ-5 27
Tabel 4.2 Tabel Metana..... 31
Tabel 4.3 Tabel Admin..... 31
Tabel 4.4 Langkah Pengujian *Bandwidth*..... 36
Tabel 4.5 Parameter Pengujian Fungsional..... 36
Tabel 4.6 Langkah Pengujian Daya..... 37
Tabel 5.1 Hasil Pengujian iPerf di Android 49
Tabel 5.2 Hasil Pengujian iPerf di Windows 50
Tabel 5.3 Hasil Pengujian *Delay*..... 54
Tabel 5.4 Hasil Pengujian *Throughput*..... 56
Tabel 5.5 Hasil Pengujian Daya 58

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 5.1 CoAP Client 41
Kode Program 5.2 CoAP Server 42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Data Pengujian di Basis Data Halaman Ke-1 68
Lampiran 2 Daftar Data Pengujian di Basis Data Halaman Ke-2 69
Lampiran 3 Daftar Data Pengujian di Basis Data Halaman Ke-3 70
Lampiran 4 Daftar Data Pengujian di Basis Data Halaman Ke-4 71
Lampiran 5 Daftar Data Pengujian di Basis Data Halaman Ke-5 72
Lampiran 6 Tampilan Grafik Hasil Data Gas 73
Lampiran 7 Tampilan Grafik Hasil Data Pengujian *Delay* 73
Lampiran 8 Tampilan Grafik Hasil Data Pengujian *Throughput* 73
Lampiran 9 Pengujian *Bandwidth* Jaringan Lokal Wi-Fi di Android 74
Lampiran 10 Pengujian *Bandwidth* Jaringan Lokal Wi-Fi di Windows 74
Lampiran 11 Dokumentasi Daerah Pengujian Gambar Ke-1 75
Lampiran 12 Dokumentasi Daerah Pengujian Gambar Ke-2 75
Lampiran 13 Dokumentasi Persiapan Pengujian 76
Lampiran 14 Dokumentasi Pengujian di Titik Gas 76

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lahan gambut merupakan ekosistem unik yang terbentuk dari akumulasi bahan organik yang terdekomposisi secara lambat dalam kondisi jenuh air. Kondisi anaerobik ini menghambat aktivitas mikroorganisme aerobik dan mendukung pertumbuhan bakteri metanogen, yaitu mikroorganisme yang mampu menghasilkan gas metana (CH_4) melalui proses metanogenesis (Sari et al., 2021). Sebagian gas metana yang terbentuk akan dikonsumsi oleh bakteri metanotrof namun keseimbangan ini sangat rentan terhadap perubahan lingkungan (Irma et al., 2018).

Perubahan tata guna lahan seperti konversi lahan gambut menjadi area industri atau permukiman dapat mengganggu keseimbangan ekologis tersebut. Gangguan ini berpotensi meningkatkan emisi metana yang berisiko terhadap lingkungan dan kesehatan manusia (Sari et al., 2021). Di wilayah Kalimantan Barat, khususnya Kabupaten Kubu Raya, perubahan tutupan lahan gambut akibat alih fungsi menjadi lahan pertanian dan perkebunan telah menunjukkan adanya peningkatan emisi gas metana sehingga menjadikannya wilayah yang relevan untuk diteliti lebih lanjut (Iswanti et al., 2013).

Gas metana merupakan gas yang sangat mudah terbakar dan berbahaya apabila terakumulasi dalam konsentrasi tinggi. Paparan jangka panjang terhadap gas metana dapat menyebabkan gangguan pada sistem pernapasan. Konsentrasi metana antara 5% hingga 15% juga berpotensi menimbulkan ledakan sedangkan pada konsentrasi yang lebih tinggi dapat menyebabkan asfiksia atau kekurangan oksigen yang serius (Maulidian et al., 2023). Oleh karena itu, diperlukan sistem pemantauan yang mampu memantau konsentrasi gas metana di lahan gambut untuk mengantisipasi potensi bahaya tersebut.

Salah satu kasus peningkatan emisi metana terjadi di Desa Sepuk Laut, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. Unggahan video oleh akun Pontianak Media pada 10 Juli 2024 menunjukkan munculnya nyala api saat tanah gambut digali dan menunjukkan adanya kandungan gas metana yang mudah terbakar. Fenomena tersebut sejalan dengan temuan sebelumnya yang menunjukkan

peningkatan konsentrasi metana di area dekat muara sungai berdasarkan pengukuran menggunakan perangkap keramik bersuhu tinggi (Hatta & Sulakhudin, 2016).

Mengingat potensi bahayanya, maka diperlukan tindakan untuk tetap bisa mengendalikannya. Dalam konteks ini, pemantauan kadar gas metana menjadi kebutuhan yang penting pada lahan gambut. Sistem pemantauan berbasis *Internet of Things* (IoT) memberikan solusi efektif karena dapat mengumpulkan dan mengirimkan data kepada penggunanya.

Agar sistem pemantauan dapat berjalan dengan baik, diperlukan protokol komunikasi yang ringan. Salah satu protokol yang banyak digunakan adalah *Constrained Application Protocol* (CoAP) karena dirancang untuk perangkat dengan keterbatasan sumber daya. CoAP memiliki konsumsi daya rendah sehingga menjadikannya cocok untuk sistem ini yang bergantung kepada *powerbank*. Kelebihan ini memungkinkan perangkat bisa beroperasi dalam jangka waktu lebih lama tanpa perlu pengisian powerbank yang sering.

CoAP juga beroperasi di atas UDP (*User Datagram Protocol*) yang lebih ringan dibandingkan dengan TCP (*Transmission Control Protocol*) karena tidak memerlukan pembentukan koneksi atau pengelolaan status. Hal ini mengurangi *delay* sekaligus *overhead* serta menghemat *bandwidth* sehingga menjadikan protocol ini lebih efektif untuk aplikasi yang membutuhkan pengiriman data yang cepat (Heriadi & Pamuji, 2020). Meskipun UDP tidak menjamin pengiriman data, CoAP menyempurnakan protokol ini dengan mekanisme retransmission agar memastikan data bisa terkirim meskipun ada gangguan jaringan.

Selain itu, CoAP mendukung model komunikasi *request* atau *response* yang memungkinkan pengiriman data dengan cepat tanpa perlu pembentukan koneksi yang kompleks (Safitri & Priambodo, 2023). Dalam sistem ini, sensor dapat mengirimkan data secara periodik ke server sesuai kebutuhan. Sistem ini menghemat waktu respon dan mengurangi penggunaan sumber daya karena sensor hanya mengirim data saat diperlukan tanpa menunggu proses komunikasi yang memakan waktu.

Penelitian terdahulu berjudul "Sistem Pendeteksi Kadar Gas Methana (CH_4) Berbasis IoT Menggunakan NodeMCU ESP8266 dan Sensor Gas MQ-5" menunjukkan bahwa penggunaan NodeMCU ESP8266 dengan sensor MQ-5 dapat menghasilkan sistem yang efektif (Putra et al., 2019). Dalam penelitian tersebut, data kadar gas dikirimkan ke platform ThingSpeak melalui koneksi internet. Meskipun sistem ini mampu melakukan pemantauan jarak jauh, pengiriman data masih tidak menggunakan protokol komunikasi CoAP.

Penelitian lainnya berjudul "Implementasi *Constrained Application Protocol* pada *Internet of Things* dengan CoRE berbasis Constrained Device" mengimplementasikan protokol CoAP pada sistem *Internet of Things* untuk mengukur performa komunikasi data (Suryani et al., 2023). Pengujian dilakukan menggunakan Arduino Mega 2560 dengan aktuator berupa LED dan buzzer mencakup parameter *delay*, *throughput*, packet loss, dan packet delivery ratio. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa CoAP mampu beroperasi secara efektif pada perangkat dengan keterbatasan sumber daya namun belum diterapkan pada sistem pemantauan gas metana di lingkungan lahan gambut.

Penelitian berjudul "Implementasi *Constrained Application Protocol* (CoAP) pada Sistem Pengamatan Kelembaban Tanah" juga menerapkan protokol CoAP dalam sistem pemantauan kelembaban tanah. Penelitian ini berfokus pada pengujian performa CoAP dalam melihat pengaruh ukuran *payload* dan jarak terhadap *delay* dalam transmisi data (Wiryawan et al., 2018). Meskipun penelitian tersebut membahas CoAP, hasil penelitian masih terbatas pada kelembaban tanah dan belum menyentuh penggunaan sensor gas seperti MQ-5.

Berdasarkan latar belakang tersebut, dilakukan penelitian dengan judul "Penerapan Protokol CoAP pada Sistem Pemantauan Kadar Gas Metana di Lahan Gambut". Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan kadar gas metana menggunakan protokol CoAP yang mampu bekerja secara efektif dalam kondisi keterbatasan sumber daya. Sistem ini dirancang untuk menguji parameter seperti *delay*, *throughput*, dan penggunaan daya sebagai solusi mengurangi dampak pada risiko lingkungan dan kesehatan akibat peningkatan konsentrasi gas metana di lahan gambut.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana *delay* pengiriman data pada sistem pemantauan gas metana berbasis protokol CoAP?
2. Bagaimana *throughput* pengiriman data pada sistem pemantauan gas metana berbasis protokol CoAP?
3. Bagaimana penggunaan daya sistem pemantauan gas metana berbasis protokol CoAP?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian ini berfokus pada penggunaan protokol CoAP khususnya dalam pengukuran penggunaan daya, *delay*, dan *throughput* dalam pengiriman data.
2. Penelitian ini hanya menggunakan protokol CoAP dan tidak membandingkannya dengan protokol lainnya seperti MQTT atau HTTP.
3. Penelitian ini dilakukan pada sistem pemantauan kebocoran gas metana di lahan gambut pada daerah desa Sepuk Laut.
4. Skema CoAP yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Confirmable* (CON) dan tidak mencakup skema *Non-confirmable* (NON).
5. Perangkat CoAP yang digunakan sebanyak 2 buah, yang terdiri dari 1 CoAP Client dan 1 CoAP Server.
6. ESP8266 digunakan sebagai CoAP Client sedangkan ESP32 digunakan sebagai CoAP Server.
7. Jaringan *Wi-Fi* digunakan sebagai penghubung CoAP Server dan CoAP Client.
8. Aplikasi dikembangkan dengan berbasis web dan diletakkan pada cloud.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Mengukur *delay* pengiriman data pada sistem pemantauan gas metana berbasis protokol CoAP.

2. Mengukur *throughput* pengiriman data pada sistem pemantauan gas metana berbasis protokol CoAP.
3. Mengetahui penggunaan daya pada sistem pemantauan gas metana berbasis protokol CoAP.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memantau kadar gas metana pada lahan gambut dengan memanfaatkan protokol CoAP sebagai komunikasi pengiriman data dari sensor. Penerapan CoAP mendukung sistem yang efektif karena dirancang untuk perangkat dengan keterbatasan daya di lingkungan tanpa sumber listrik langsung. Dengan begitu, sistem ini diharapkan dapat memberikan informasi kadar gas metana dalam membantu mengurangi dampak risiko lingkungan dan kesehatan akibat peningkatan konsentrasi gas metana.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam laporan tugas akhir ini disusun untuk memberikan gambaran mengenai isi dan alur pembahasan yang dilakukan. Adapun sistematika penulisan laporan ini adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan, tujuan, dan manfaat dari penelitian. Disampaikan pula sistematika penulisan sebagai panduan pembaca dalam memahami susunan laporan. Bab ini menjadi dasar untuk memahami ruang lingkup dan arah penelitian.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab ini membahas teori-teori dan penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian. Materi yang dibahas meliputi protokol CoAP, NodeMCU ESP8266, sensor gas MQ-5, Arduino IDE, PHP, MySQL, serta konsep *delay*, *throughput*, *bandwidth*, dan penggunaan daya. Landasan teori ini menjadi dasar ilmiah dalam perancangan dan implementasi sistem pemantauan gas metana.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian mencakup studi literatur, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi sistem,

pengambilan data, dan pengujian. Selain itu, dijelaskan juga proses pengujian sistem melalui parameter *delay*, *throughput*, dan daya. Bab ini menggambarkan langkah-langkah yang diambil untuk mencapai tujuan penelitian.

BAB 4 PERANCANGAN SISTEM

Bab ini membahas mengenai proses perancangan sistem, mulai dari deskripsi umum sistem hingga perancangan antarmuka pengguna. Di dalamnya mencakup perancangan arsitektur sistem, perangkat keras, perangkat lunak, basis data, serta pengujian. Setiap bagian dirancang untuk mendukung integrasi sistem pemantauan gas metana.

BAB 5 PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini menjelaskan implementasi sistem secara teknis, baik perangkat keras maupun perangkat lunak. Setelah implementasi, dilakukan pengujian untuk mengukur performa sistem berdasarkan parameter *delay*, *throughput*, dan daya. Hasil pengujian dibahas untuk menilai sejauh mana sistem memenuhi tujuan penelitian.

BAB 6 PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil pengujian dan implementasi sistem yang telah dilakukan. Selain itu, disampaikan saran-saran yang dapat menjadi pertimbangan untuk pengembangan sistem lebih lanjut. Bab ini menjadi penutup dari seluruh rangkaian pembahasan dalam laporan tugas akhir ini.