IMPLEMENTASI PENGIRIMAN DATA PADA VARIASI BANDWIDTH DALAM SISTEM PEMANTAUAN KEBAKARAN LAHAN BERBASIS PROTOKOL *MESSAGE QUEUING TELEMETRY TRANSPORT* (MQTT)

RISKA PUSPITA

H1051221024

SKRIPSI

PROGRAM STUDI REKAYASA SISTEM KOMPUTER

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

PONTIANAK

2026

IMPLEMENTASI PENGIRIMAN DATA PADA VARIASI BANDWIDTH DALAM SISTEM PEMANTAUAN KEBAKARAN LAHAN BERBASIS PROTOKOL *MESSAGE QUEUING TELEMETRY TRANSPORT* (MQTT)

RISKA PUSPITA

H1051221024

Skripsi

Sebagai salah satu syarat memproleh 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	:	Implementasi Pengiriman Data Pada Variasi Bandwidth Dalam sistem Pemantauan Kebakaran Lahan Berbasis Protokol Message Queuing Telemetry Transport (MQTT)
Nama Mahasiswa	:	Riska Puspita
NIM	:	H1051221024
Jurusan/Program Studi	:	Rekayasa Sistem Komputer
Tanggal Lulus	:	05 Mei 2026
SK Pembimbing	:	No.4081/UN22.8/TD.06/2025/21 November 2025
SK Penguji	:	No.2305/DST/UN22.8/DT.00.09/2026/19 Mei 2026

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Uray Ristian, S.Kom., M.Kom.	Ikhwan Ruslianto, S.Kom., M.Cs.
NIP. 199012012019031017	NIP. 198607012014041001

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Hirzen Hasfani, S.Kom., M.Cs	Syamsul Bahri, S.Kom., M.Cs.
NIP. 199305032022031003	NIP. 198802272015041001

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Uray Ristian, S.Kom., M.Kom.	Ikhwan Ruslianto, S.Kom., M.Cs.
NIP. 199012012019031017	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	: Riska Puspita
NIM	: H1051221024
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 dikemudian 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, 5 Mei 2026



Riska Puspita

H1051221024

Implementasi Pengiriman Data Pada Variasi Bandwidth Dalam Sistem Pemantauan Kebakaran Lahan Berbasis Protokol *Message Queuning Telemetry Transport* (MQTT)

Abstrak

Kebakaran lahan merupakan permasalahan yang sering terjadi di berbagai wilayah Indonesia dan menimbulkan dampak besar terhadap lingkungan serta kesehatan masyarakat. Upaya pemantauan kebakaran secara *real-time* sering terkendala oleh keterbatasan jaringan internet di lokasi rawan kebakaran yang dapat mengakibatkan keterlambatan atau kehilangan data sensor. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan sistem pemantauan kebakaran lahan berbasis Internet of Things (IoT) yang berfokus pada pengiriman data pada kondisi *bandwidth* yang divariasikan menggunakan protokol *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT). Sistem menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor DS18B20 untuk mendeteksi suhu, dan sensor MQ-2 untuk mendeteksi kadar asap. Data sensor dikirimkan melalui protokol MQTT menuju *server* dan ditampilkan pada *website* pemantauan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai *latency* mengalami penurunan signifikan dari 1.007,02 ms pada bandwidth 1 kbps hingga 40,4021 ms pada *bandwidth* 50 kbps. Nilai *throughput* mengalami peningkatan seiring bertambahnya variasi *bandwidth*, dengan kisaran antara 13.182,4593 bps hingga 258.989,381 bps. Sementara itu, pada parameter *packet loss* tidak terdapat kehilangan data pada seluruh variasi *bandwidth*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa protokol MQTT mampu mengirimkan data secara andal pada sistem pemantauan kebakaran lahan, bahkan pada kondisi *bandwidth* yang bervariasi.

Kata Kunci: Kebakaran Lahan, IoT, MQTT, Variasi *Bandwidth*, ESP32

Implementasi Pengiriman Data Pada Variasi Bandwidth Dalam Sistem Pemantauan Kebakaran Lahan Berbasis Protokol *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT)

Abstract

Land fires are a common problem in various regions of Indonesia and have significant impacts on the environment and public health. Real-time fire monitoring efforts are often hampered by limited internet network availability in fire-prone areas, which can result in delays or loss of sensor data. This study aims to implement an Internet of Things (IoT)-based land fire monitoring system that focuses on data transmission at varying bandwidth conditions using the Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) protocol. The system uses an ESP32 microcontroller, a DS18B20 sensor to detect temperature, and an MQ-2 sensor to detect smoke levels. Sensor data is sent via the MQTT protocol to a server and displayed on a monitoring website. Test results show that the latency value decreased significantly from 1,007.02 ms at 1 kbps bandwidth to 40.4021 ms at 50 kbps bandwidth. The throughput value increased with increasing bandwidth variation, with a range between 13,182.4593 bps and 258,989.381 bps. Meanwhile, no data loss was observed in the packet loss parameter across all bandwidth variations. The results show that the MQTT protocol is capable of reliably transmitting data to the land fire monitoring system, even under varying bandwidth conditions.

Keywords: Land Fire, IoT, MQTT, Bandwidth Variation, ESP32

PRAKATA

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT., Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan Rahmat, petunjuk, dan karunia-nya sehingga penulis dapat menyelelsaikan tugas akhir yang berjudul **"Implementasi Pengiriman Data Pada Variasi Bandwidth Dalam Sistem Pemantauan Kebakaran Lahan Berbasis Protokol *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT)"** sebagai syarat untuk mencapai gelar Sarjana Komputer (S.Kom) pada jurusan Rekayasa Sistem Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam di Universitas Tanjungpura.

Semua hasil yang diperoleh ini tidak lepas dari segala dukungan dan bantuan dari berbagai pihak yang terus mendorong penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Sehingga penghargaan, izinkanlah penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya 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.
3. Bapak Uray Ristian, S.Kom., M.Kom., selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan, motivasi, pengarahan, semangat dan pengingat dalam proses penyelesaian tugas akhir
4. Bapak Ikhwan Ruslianto, S.Kom., M.Cs., selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan banyak waktu dalam bimbingan, motivasi, saran dan arahan dalam penyusunan tugas akhir.
5. Bapak Hirzen Hasfani, S.Kom., M.Cs., selaku dosen penguji pertama yang telah banyak memberikan masukan, dan saran dalam penulisan skripsi.
6. Bapak Syamsul Bahri, S.Kom., M.Cs., selaku dosen penguji kedua yang telah banyak memberikan masukan, dan saran dalam penulisan skripsi.
7. Bapak Kasliono, S.Mat., M.Cs., selaku dosen pembimbing akademik (PA) penulis yang telah memberikan motivasi, pandangan dan mendengarkan keluh kesah dalam menjalankan perkuliahan.
8. Ibu tercinta, Ratna Wati, yang tidak pernah lelah memberikan dukungan moral, doa-doa yang tulus, motivasi yang tak henti-hentinya, dan kasih

sayang yang mendalam sepanjang perjalanan penulisan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini menjadi bukti penghargaan dan rasa terima kasih yang mendalam dari hati penulis.

9. Adik tersayang, Taufiq Wal Hidayah, yang selalu memberikan dukungan, baik secara materi maupun semangat selama penulis menyelesaikan tugas akhir ini. Terima kasih atas segala kesabaran serta sikap yang selalu mengalah demi membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan studi ini.
10. Kepada almarhum ayah tercinta, Irmanto, yang telah membimbing, menginspirasi, dan memberikan pelajaran hidup kepada penulis, walaupun tidak dapat Bersama melihat perjuangannya. Tugas akhir ini adalah cita-cita dan pencapaian yang ingin penulis persembahkan kepada beliau.
11. Penulis, karena dengan tekat dan keinginannya sehingga dapat melewati proses perkuliahan hingga akhir.
12. Rekan-rekan seperjuangan Angkatan Sistem Komputer 2022 (Cytigon) yang memberikan dukungan, semangat, dan kerjasama dalam perkuliahan dan pengerjaan tugas akhir.
13. Teman-teman CW Dansen Muhammad Raymount Abdahu, S.Kom dan Indah Sri Meilani yang memberikan motivasi, saran, serta bantuan yang dibutuhkan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
14. Teman-teman Dua Priode Anisa, Balqies, Indah dan Ratna yang memberikan semangat, motivasi, dan berbagi suka duka dalam menjalani tugas akhir ini.
15. Semua pihak yang terlibat langsung maupun yang tidak langsung dalam penulisan tugas akhir ini.

Pontianak, 5 Mei 2026

Riska Puspita

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ..... **Error! Bookmark not defined.**
PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK ii
Abstrak iv
Abstract v
PRAKATA vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR KODE PROGRAM xiii
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Batasan Penelitian 4
1.5 Manfaat Penelitian 5
1.6 Sistematika Penulisan 5
BAB 2 LANDASAN TEORI 7
2.1 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu 7
2.2 Kebakaran Lahan 9
2.3 Protokol MQTT 9
2.4 Sensor DS18B20 10
2.5 Sensor MQ-2 11
2.6 NodeMCU ESP32 11
2.7 Arduino IDE 11
2.8 Bandwidth 12
2.9 Throughput 12
2.10 Packet Loss 13
2.11 Latency 13
BAB 3 METODE PENELITIAN 15
3.1 Studi Literatur 16
3.2 Analisis Kebutuhan 16

3.2.1 Kebutuhan Perangkat Keras 16
3.3 Perancangan Sistem 17
3.3.1 Perancangan Perangkat Keras 17
3.3.2 Perancangan Perangkat Lunak 17
3.4 Implementasi 17
3.5 Pengujian Sistem 17
3.6 Kesimpulan dan Saran 18
BAB 4 PERANCANGAN 19
4.1 Deskripsi Sistem 19
4.2 Perancangan Arsitektur Sistem 19
4.3 Perancangan Perangkat Keras 21
4.3.1 Perancangan Sistem Pemantauan Kebakaran Lahan 21
4.4 Perancangan Perangkat Lunak 22
4.4.1. Perancangan Protokol MQTT pada ESP32 22
4.4.2. Perancangan Broker MQTT dengan cloud server 23
4.4.3. Perancangan Perhitungan *Packet Size* 23
4.4.4. Perancangan Perhitungan *Latency, Throughput*, dan *Packet Loss* 23
4.5 Perancangan Basis data 24
4.6 Perancangan Antar Muka Website 25
BAB 5 IMPLEMENTASI, PENGUJIAN, DAN PEMBAHASAN 27
5.1 Implementasi Perangkat Keras 27
5.1.1 Implementasi Sistem Pemantauan Kebakaran Lahan 27
5.2 Implementasi Perangkat Lunak 28
5.2.1 Implementasi Sistem Pemantauan Kebakaran Lahan 28
5.2.2 Implementasi Sistem Komunikasi ESP32 dengan Broker MQTT 28
5.2.3 Implementasi Broker MQTT dengan *Cloud Server* 29
5.2.4 Implementasi Perhitungan *Packet Size* 31
5.2.5 Implementasi Perhitungan *Latency, Throughput,* dan *Packet Loss* 31
5.2.6 Implementasi Halaman Dashboard Pada *Website* 32
5.2.7 Implementasi Halaman Data Laporan 33
5.3 Pengujian Sistem 33
5.3.1 Pengujian Variasi Bandwidth 33
5.3.2 Pengujian Mengetahui Nilai *Latency*, *Throughput*, dan *Packet Loss* 35
5.4 Pembahasan 39

BAB 6 PENUTUP 41
6.1 Kesimpulan 41
6.2 Saran 41
DAFTAR PUSTAKA 43
LAMPIRAN 46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kebakaran Lahan 9
Gambar 2.2 sensor DS18B20 10
Gambar 2.3 Sensor MQ-2 11
Gambar 2.4 NodeMCU ESP32 11
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian 15
Gambar 4.1 Deskripsi Sistem 19
Gambar 4.2 Desain Arsitektur Sistem 20
Gambar 4.3 Rancangan Perangkat Keras 21
Gambar 4.4 Diagram Alir Perancangan 23
Gambar 4.5 Tampilan Halaman Dashboard 25
Gambar 4.6 Tampilan Halaman Data Laporan 26
Gambar 5.1 Impelementasi Sistem Pemantauan 27
Gambar 5.2 Tampilan Halaman Dashboard 32
Gambar 5.3 Tampilan Halaman Data Laporan 33
Gambar 5.4 Grafik Latency terhadap Variasi Bandwidth 36
Gambar 5.5 Grafik Throughput terhadap Variasi Bandwidth 38
Gambar 5.6 Grafik Packet Loss terhadap Variasi Bandwidth 39

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Dengan Penelitian Sebelumnya.....7
Tabel 2.2 Kategori Kualitas Throughput.....13
Tabel 2.3 Kategori Kualitas Packet Loss.....13
Tabel 2.4 Kategori Kualitas Latency.....14
Tabel 4.1 Penggunaan pin di NodeMCU ESP32 pada sensor DS18B20.....22
Tabel 4.2 Penggunaan pin di NodeMCU ESP32 pada sensor MQ-2.....22
Tabel 4.3 Perancangan Tabel Basis Data.....24
Tabel 5.1 Hasil Pengujian Variasi Bandwidth.....34
Tabel 5.2 Hasil Pengujian Latency Pada Variasi Bandwidth.....35
Tabel 5.4 Hasil Pengujian Throughput Pada Variasi Bandwidth.....37
Tabel 5.5 Hasil Pengujian Packet Loss Pada Variasi Bandwidth.....38

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 5.1 Sistem Pemantauan Kebakaran Lahan..... 28
Kode Program 5.2 Koneksi ESP32 ke Broker MQTT..... 29
Kode Program 5.3 implementasi Broker MQTT dengan Cloud Server..... 29
Kode Program 5.4 Menyimpan Data ke Database..... 30
Kode Program 5.5 Perhitungan Packet Size..... 31
Kode Program 5.6 Perhitungan Latency..... 31
Kode Program 5.7 Perhitungan Throughput..... 32
Kode Program 5.8 Perhitungan Packet Loss..... 32

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebakaran lahan di berbagai wilayah di Indonesia kerap kali menjadi permasalahan yang selalu terjadi dari tahun ke tahun (Kamarudin et al., 2022). Sebagian Pemicu umum kebakaran antara lain termasuk petir, lahan kering, kecerobohan manusia, serta pembakaranan yang disengaja (Arisandi et al., 2022). Adapun berbagai pemicu yang menyebabkan kebakaran salah satunya ketika cuaca sedang panas. Cuaca yang panas dapat mengakibatkan suhu menjadi tinggi, dari suhu yang tinggi dapat menyebabkan berkembangnya api. Ketika keadaan suhu tinggi, membuat kelembaban udara menjadi rendah yang juga dapat menyebabkan kebakaran akan menjadi berlangsung cepat. Kondisi tanah juga mempengaruhi kebakaran karena ketika cuaca yang panas menyebabkan kandungan air di dalam tanah berkurang sehingga nilai kelembaban tanah menjadi rendah (Suherman et al., 2022).

Dampak yang ditimbulkan oleh kebakaran lahan sangat besar sehingga diperlukan suatu sistem teknologi yang dapat memantau dan juga mendeteksi kebakaran hutan sedini mungkin. Sistem harus memungkinkan adanya transmisi secara *real-time* agar pemantauan dapat dilakukan secara nyata. Alat dan atau sensor dapat kita hubungkan untuk menciptakan suatu sistem yang saling terkoneksi. Sensor yang dapat digunakan dalam mendeteksi kebakaran yaitu sensor suhu dan sensor asap. DS18B20 merupakan sensor untuk memonitor suhu suatu kondisi mesin atau peralatan yang suhunya dapat berubah-ubah (Bagus, Muhammad & Dwi, Wahyu., 2022). Sensor MQ2 adalah sebuah sensor yang bisa mendeteksi adanya gas-gas seperti asap dengan hasil pembacaan sinyal analog. Sensor ini cocok untuk deteksi asap untuk pencegahan kebakaran (Shalahudin & Sucipto, Adi., 2025). Kedua sensor ini dapat dimanfaatkan dalam pembuatan sistem pendeteksi kebakaran secara *real-time.* Namun, lokasi lahan yang rawan kebakaran sering kali memiliki jaringan internet yang lemah atau tidak stabil, sehingga sistem

membutuhkan metode komunikasi yang dapat berjalan pada kondisi *bandwidth* rendah. Protokol *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) dipilih karena memiliki mekanisme *publish–subscribe* yang memungkinkan data dari sensor dapat dikirim ke broker dan didistribusikan ke *server* atau *client* secara cepat dengan kebutuhan *bandwidth* yang terbatas. Selain itu, MQTT juga mampu menjaga stabilitas komunikasi meskipun pada jaringan dengan keterbatasan daya dan *bandwidth*.

MQTT merupakan sebuah protokol jaringan *Machine to Machine* (M2M) ringan yang berbasis *publish-subscribe* yang dirancang untuk sebuah koneksi dengan keterbatasan spesifikasi mesin atau keterbatasan bandwith jaringan, sehingga bisa berjalan pada mesin berdaya rendah dan traffic data yang ringan. Protokol ini juga menerapkan komunikasi dua arah sehingga komunikasi tidak hanya berfokus dari mesin pada jaringan saja namun juga berlaku sebaliknya (Saiqul Muhamad, et al., 2023).

Penelitian terkait yang pernah dilakukan dengan judul *"Perancangan Arsitektur Node Nirkabel dalam Efisiensi Bandwidth Smart Greenhouse Berbasis Protokol MQTT"* (Uray Ristian dkk., 2023). Pada penelitian ini, sistem dirancang untuk memantau kondisi tanaman anggur di dalam greenhouse menggunakan node-node nirkabel yang terhubung dengan berbagai sensor, seperti sensor suhu udara, kelembapan udara, dan kelembapan tanah. Data yang diperoleh dari sensor dikirimkan ke *server* melalui protokol MQTT dan dibandingkan dengan protokol HTTP untuk mengetahui efisiensi penggunaan *bandwidth* dan kecepatan respon. Sistem menggunakan NodeMCU ESP32 sebagai penghubung antara sensor dan jaringan internet, serta *server* untuk menyimpan dan menampilkan data secara *real-time* melalui *website.* Hasil pengujian menunjukkan bahwa protokol MQTT memiliki performa yang lebih baik dibandingkan HTTP, dengan waktu respon yang lebih cepat dan lebih stabil pada berbagai interval pengiriman data.

Penelitian lain berjudul "Analisa QoS pada MQTT untuk Website Monitoring dan Pengendalian Pintu Air" (Achmad, et al., 2023). Penelitian ini membahas tentang penerapan protokol MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) pada sistem pengendalian dan monitoring pintu air berbasis website. Pada perancangan sistemnya, digunakan Raspberry Pi 3 Model B sebagai pusat pengolahan data dan

pengirim pesan MQTT. Sensor ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi ketinggian air pada bagian hulu dan hilir, sedangkan sensor laser digunakan untuk mengetahui posisi pintu air. Data dari sensor dikirim melalui protokol MQTT menuju website yang berperan sebagai antarmuka pemantauan dan kendali. Pengujian Quality of Service (QoS) dilakukan untuk menganalisis performa komunikasi MQTT dengan empat parameter utama, yaitu delay, throughput, jitter, dan packet loss. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki performa jaringan yang sangat baik. Nilai delay rata-rata mencapai 53,53 ms, jitter 0,17 ms, throughput 220 Kb/s, dan packet loss 0,24% pada sisi *website*. Sementara itu, dari sisi Raspberry Pi (Thonny IDE) diperoleh *delay* 10,03 ms, jitter 33,47 ms, throughput 328 Kb/s, dan packet loss 0,54%. Berdasarkan standar TIPHON, hasil tersebut termasuk dalam kategori sangat bagus untuk *delay, jitter*, dan *packet loss*, serta kategori sedang untuk *throughput*. Hasil pengujian membuktikan bahwa protokol MQTT dapat bekerja secara efisien pada sistem berbasis website dengan *bandwidth* rendah dan kondisi jaringan yang tidak stabil.

Penelitian selanjutnya berjudul "Implementasi Protokol MQTT Pada Aplikasi Smart Garden Berbasis IoT" (Umam, Wibowo & Pranoto., 2023). Pada penelitian ini, sistem dirancang dengan memanfaatkan beberapa sensor, di antaranya DHT11 untuk suhu dan kelembaban, Soil Moisture untuk kelembaban tanah, serta MQ2 untuk mendeteksi gas dan asap. Data hasil pembacaan sensor dikirimkan melalui NodeMCU ke broker MQTT menggunakan jaringan WiFi. Protokol MQTT dipilih karena bersifat ringan serta mendukung komunikasi *publish–subscribe* yang sesuai untuk perangkat IoT dengan keterbatasan sumber daya. Informasi yang dikirimkan ke broker MQTT kemudian ditampilkan pada web *dashboard* yang dapat diakses pengguna untuk monitoring dan kontrol jarak jauh. Selain itu, sistem juga mampu melakukan klasifikasi kondisi udara menggunakan metode fuzzy. Hasil pengujian menunjukkan bahwa protokol MQTT mampu menangkap data sensor secara akurat, *real-time*, serta mendukung sistem monitoring dan kontrol taman pintar dengan baik.

Dari penelitian-penelitian terkait, maka dilakukan penelitian berjudul "Implementasi Pengiriman Data Bandwidth Rendah Pada Sistem Pemantauan Kebakaran Lahan Berbasis Protokol *Message Queuing Telemetry Transport*

(MQTT)". Dengan adanya studi pendukung yang terkait, penelitian ini akan menjadi sebuah pembelajaran baru dan diharapkan juga dapat memberikan solusi mengenai permasalahan pemantauan kebakaran lahan agar bisa digunakan serta dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya pada implementasi nyata maupun studi lanjutan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi *bandwidth* terhadap kinerja pengiriman data pada sistem pemantauan kebakaran lahan berbasis protokol MQTT?
2. Berapa nilai *latency*, *throughput* dan *packet loss* pada sistem pemantauan kebakaran lahan berbasis MQTT?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini, antara lain:

1. Menganalisis pengaruh variasi *bandwidth* terhadap performa pengiriman data pada sistem pemantauan kebakaran lahan berbasis MQTT.
2. Mengetahui nilai *latency, throughput* dan *packet loss* pada sistem pemantauan kebakaran lahan berbasis protokol MQTT.

1.4 Batasan Penelitian

Batasan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem yang dibangun hanya berfokus pada pendeteksi kebakaran menggunakan dua jenis sensor, yaitu sensor DS18B20 dan sensor MQ2.
2. Protokol komunikasi yang digunakan yaitu MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*).
3. Analisis performa hanya difokuskan pada aspek *throughput* dan *packet loss* pengiriman data dari sensor menuju *server*.
4. Implementasi sistem dilakukan pada jaringan WI-FI dengan asumsi kondisi jaringan relatif stabil.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu untuk memantau dan mendeteksi kebakaran lahan secara *real-time* melalui sistem berbasis Internet of Things (IoT) dengan protokol MQTT.

1.6 Sistematika Penulisan

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

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini mencakup penjelasan tentang latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini membuat berbagai teori pendukung yang digunakan sebagai dasar untuk menyelesaikan permasalahan yang terkait dengan tugas akhir ini. Adapun teori tersebut yaitu teori yang terkait NodeMCU Esp32, sensor DS18B20, sensor MQ-2 dan komponen lainnya.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi penjelasan yang lebih mendalam mengenai metode penelitian dalam studi literatur, pengumpulan data, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, serta Kesimpulan.

BAB IV PERANCANGAN

Bab ini menjelaskan tahap-tahap perancangan sistem yang akan dikembangkan. Perancangan mencakup deskripsi sistem, perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, perancangan basis data, perancangan antarmuka *website*.

BAB V IMPLEMENTASI, PENGUJIAN, DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan tentang proses implementasi sistem yang telah dirancang pada tahap sebelumnya. Tahapan ini terdiri dari implementasi sistem, kode program, pengujian sistem, dan pembahasan dari sistem yang telah dibuat.

BAB VI PENUTUP

Bab ini mencakup Kesimpulan dari hasil pengujian yang telah dilakukan, pembahasan mengenai proses pemecahan masalah sebagai solusi dari rumusan masalah, serta saran untuk pengembangan solusi di masa mendatang.