PENERAPAN PROTOKOL MQTT UNTUK SISTEM MONITORING PENGGUNAAN AIR PADA RUMAH KONTRAKAN

WANDA RAHMASARI
H1051191053

SKRIPSI

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

PENERAPAN PROTOKOL MQTT UNTUK SISTEM MONITORING PENGGUNAAN AIR PADA RUMAH KONTRAKAN

WANDA RAHMASARI
H1051191053

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	: Penerapan Protokol MQTT Untuk Sistem Monitoring Penggunaan Air Pada Rumah Kontrakan
Nama Mahasiswa	: Wanda Rahmasari
NIM	: H1051191053
Jurusan/Program Studi	: Rekayasa Sistem Komputer
Tanggal Lulus	: 31 Juli 2026
SK Pembimbing	: No.4837/DST/UN22.8/DT.00.09/2026/Tanggal 27 Juli 2026
SK Penguji	: No.5004/DST/UN22.8/DT.00.09/2026/Tanggal 29 Juli 2026

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Hafiz Muhardi, S.T., M.Kom	Syamsul Bahri, S.Kom., M.Cs
NIP. 199007232023211017	NIP. 198802272015041001

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Ikhwan Ruslianto, S.Kom., M.Cs	Hirzen Hasfani, S.Kom., M.Cs
NIP. 198607012014041001	NIP. 199305032022031003

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Hafiz Muhardi, S.T., M.Kom	Syamsul Bahri, S.Kom., M.Cs
NIP. 199007232023211017	NIP. 198802272015041001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si
NIPA197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wanda Rahmasari

NIM : H1051191053

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, 31 Juli 2026



Wanda Rahmasari

H1051191053

Penerapan Protokol MQTT Untuk Sistem Monitoring Penggunaan Air Pada Rumah Kontrakan

Abstrak

Air merupakan kebutuhan penting dalam kehidupan sehari-hari sehingga penggunaannya perlu dipantau agar lebih efisien dan transparan. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan protokol *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) pada sistem monitoring penggunaan air pada rumah kontrakan serta mengukur kinerja komunikasi data berdasarkan parameter *response time* dan *packet loss*. Sistem dibangun menggunakan tiga sensor *water flow* YF-S401, dua mikrokontroler ESP32, broker Mosquitto, database MySQL, serta website monitoring untuk menampilkan data penggunaan air. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor *water flow* mampu membaca volume air dengan baik, dengan rata-rata *error* sebesar 1,18% pada pembacaan volume air masuk serta 0,81% pada pembacaan volume air keluar pada masing-masing unit kontrakan. Pengujian *response time* dilakukan menggunakan mekanisme *acknowledgement* (ACK) dengan mengambil 100 data uji pada setiap topik, yaitu air/masuk, air/keluar2, dan air/keluar3. Hasil pengujian menunjukkan bahwa rata-rata *response time* pada topik air/masuk sebesar 125,37 ms, topik air/keluar2 sebesar 117,41 ms, dan topik air/keluar3 sebesar 251,70 ms. Selain itu, hasil pengujian *packet loss* menunjukkan nilai 0% pada seluruh topik, yang menandakan seluruh paket data berhasil diterima tanpa kehilangan data selama proses komunikasi.

Kata kunci: ESP32, MQTT, monitoring penggunaan air, *packet loss*, *response time*.

Implementation of the MQTT Protocol for a Rental House Water Usage Monitoring System

Abstract

Water is an essential resource in daily life; therefore, its usage needs to be monitored to improve efficiency and transparency. This study aims to implement the Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) protocol in a water usage monitoring system for rental houses and evaluate data communication performance based on the response time and packet loss parameters. The system was developed using three YF-S401 water flow sensors, two ESP32 microcontrollers, a Mosquitto broker, a MySQL database, and a web-based monitoring application to display water usage data. The test results showed that the water flow sensors were able to measure water volume accurately, with an average error of 1.18% for the inlet water volume measurement and 0.81% for the outlet water volume measurement in each rental unit. Response time testing was conducted using an acknowledgement (ACK) mechanism by collecting 100 test data for each topic, namely air/masuk, air/keluar2, and air/keluar3. The results indicated that the average response time was 125.37 ms for the air/masuk topic, 117.41 ms for the air/keluar2 topic, and 251.70 ms for the air/keluar3 topic. In addition, the packet loss test showed a value of 0% for all topics, indicating that all data packets were successfully received without any packet loss during the communication process.

Keywords: *ESP32, MQTT, water usage monitoring, packet loss, response time.*

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat, karunia, serta hidayah-Nya. Shalawat serta salam tidak lupa juga semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW. Berkat karunia tersebut penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Penerapan Protokol MQTT untuk Sistem Monitoring Penggunaan Air pada Rumah Kontrakan" sebagai syarat bagi penulis untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Jurusan Rekayasa Sistem Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak.

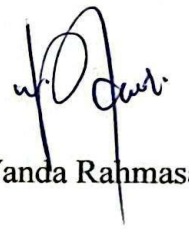
Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis mendapatkan banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, baik berupa bimbingan, masukan, maupun motivasi. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura. pernyataan
2. Ibu Rahmi Hidayati, S.Kom., M.Cs., selaku Ketua Jurusan Rekayasa Sistem Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.
3. Bapak Hafiz Muhardi, S.T., M.Kom., selaku dosen pembimbing pertama yang telah banyak meluangkan waktu dan pikiran untuk memberikan masukan, arahan dan saran dalam membimbing penyelesaikan penulisan skripsi.
4. Bapak Syamsul Bahri, S.Kom., M.Cs., selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan masukan dan motivasi serta meluangkan waktu dan pikiran untuk memberikan dorongan serta membimbing dalam menyelesaikan penulisan skripsi.
5. Bapak Ikhwan Ruslianto, S.Kom., M.Cs., selaku dosen penguji pertama yang telah memberikan arahan, masukan serta saran dan sekaligus dosen pembimbing akademik yang telah memberikan motivasi selama perkuliahan maupun selama pengerjaan skripsi.
6. Bapak Hirzen Hasfani, S.Kom., M.Cs., selaku dosen penguji kedua yang telah memberikan arahan, masukan serta saran.

7. Seluruh dosen serta staf jurusan Rekayasa Sistem Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.
8. Kedua orang tua tercinta, Bapak Muchlis dan Ibu Syarifah Suaini. Tidak lupa juga suami saya Nando Nandito yang selalu memberikan dukungan berupa do'a, semangat, motivasi, dan kasih sayang secara penuh baik dalam proses masa perkuliahan hingga masa akhir penulisan tugas akhir ini, serta anak pertama saya Nadzira Syaza Nayyara yang juga menjadi sumber semangat.
9. Rekan-rekan seperjuangan mahasiswa khususnya Mahasiswa Enter 2019 yang telah memberikan semangat dan dukungan dalam proses perkuliahan.
10. Semua pihak yang membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun untuk adanya perbaikan pada masa mendatang. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca, serta menambah wawasan dalam bidang ilmu komputer.

Pontianak, 31 Juli 2026



Wanda Rahmasari

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 Batasan Masalah 4
1.4 Tujuan Penelitian 5
1.5 Manfaat Penelitian 5
1.6 Sistematika Penulisan 5
BAB 2 LANDASAN TEORI **7**
2.1 Perbandingan dengan penelitian terdahulu 7
2.2 MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) 8
2.3 *Response Time* 10
2.4 *Packet Loss* 10
2.5 Galat 11
2.6 NodeMCU ESP32 12
2.7 Sensor Water Flow (YF-S401) 12
2.8 Sensor Ultrasonik HC-SR04 13
2.9 Modul Relay 13
2.10 Pompa Air Mini 14
2.11 Arduino IDE 15

2.12 MySQL 15
2.13 Server 16
2.14 Website 16
2.15 PHP 16
BAB 3 METODE PENELITIAN 18
3.1 Studi Literatur 18
3.2 Analisis Kebutuhan 19
3.2.1 Kebutuhan Perangkat Keras 19
3.2.2 Kebutuhan Perangkat Lunak 19
3.3 Perancangan Sistem 20
3.3.1 Perancangan Perangkat Keras 20
3.3.2 Perancangan Perangkat Lunak 20
3.4 Implementasi Sistem 21
3.5 Pengujian Sistem 22
3.6 Kesimpulan dan Saran 22
BAB 4 PERANCANGAN 23
4.1 Deskripsi Sistem 23
4.2 Perancangan Arsitektur Sistem 24
4.2.1 Perancangan *Publisher* MQTT 24
4.2.2 Perancangan *Subscriber* MQTT 26
4.3 Perancangan Perangkat Keras 28
4.3.1 Perancangan Sistem Pembacaan Volume Air Masuk 28
4.3.2 Perancangan Sistem Pembacaan Jarak air 29
4.3.3 Perancangan Sistem Kontrol Pompa Air 31
4.3.4 Perancangan Sistem Pembacaan Volume Air Keluar dan Biaya 32
4.3.5 Perancangan Keseluruhan Perangkat Keras 34
4.4 Perancangan Perangkat Lunak 34
4.4.1 Perancangan Perangkat Lunak Pada ESP32-1 34
4.4.2 Perancangan Perangkat Lunak Pada ESP32-2 36
4.5 Perancangan *Database* 37
4.6 Perancangan Antarmuka *Website* 41

4.7 Perancangan Pengujian Sistem Pembacaan Volume Air Masuk 43
4.8 Perancangan Pengujiaan Sistem Pembacaan Volume Air Keluar.....44
4.9 Perancangan Pengujiaan Transmisi Data Menggunakan Protokol MQTT 44
4.10 Perancangan Pengujiaan *Response Time Publisher* dan *Subscriber* MQTT 44
4.11 Perancangan Pengujiaan Kesesuaian Data Air ESP32-1 dan ESP32-2...45
4.12 Perancangan Pengujian Keseluruhan Sistem.....45
BAB 5 IMPLEMENTASI, PENGUJIAN, DAN PEMBAHASAN 46
5.1 Implementasi Sistem 46
5.1.1 Implementasi MQTT..... 46
5.1.2 Implementasi Keseluruhan Sistem Monitoring Penggunaan Air.. 47
5.1.3 Implementasi Sistem Kontrol Pompa Air dan Pembacaan Volume Air Masuk 48
5.1.4 Implementasi Pembacaan Volume Air Keluar dan Biaya..... 49
5.1.5 Implementasi Database 50
5.1.6 Implementasi Antarmuka Website..... 53
5.2 Kode Program.....55
5.2.1 Kode Program Pembacaan Volume Air Masuk 56
5.2.2 Kode Program Pembacaan Volume Air Keluar dan Perhitungan Biaya 60
5.2.3 Kode Program Publisher MQTT..... 64
5.2.4 Kode Program Subscriber MQTT..... 67
5.2.5 Kode Program Broker MQTT..... 71
5.3 Pengujian Sistem 72
5.3.1 Pengujian Sistem Pembacaan Volume Air Masuk..... 73
5.3.2 Pengujian Sistem Pembacaan Volume Air Keluar..... 74
5.3.3 Pengujian Transmisi Data Menggunakan Protokol MQTT 77
5.3.4 Pengujian *Response Time* dari *Publisher* ke *Subscriber* dan *Packet Loss* Transmisi data 80
5.3.5 Pengujian Kesesuaian Data Air ESP32-1 dan ESP32-2 85

5.3.6 Pengujian Keseluruhan Sistem..... 87
5.4 Pembahasan.....88
BAB 6 PENUTUP..... 93
6.1 Kesimpulan.....93
6.2 Saran.....93
DAFTAR PUSTAKA..... 95
LAMPIRAN..... 98

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 NodeMCU ESP32 12
Gambar 2.2 Sensor *Water Flow* (YF-S401) 13
Gambar 2.3 Sensor *Ultrasonik* HC-SR04 13
Gambar 2.4 Modul Relay 14
Gambar 2.5 Pompa Air Mini 15
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian 18
Gambar 4.1 Perancangan Keseluruhan sistem 23
Gambar 4.2 Arsitektur Sistem Penerapan Protokol MQTT Untuk Sistem Monitoring Penggunaan Air Pada Rumah Kontrakan 24
Gambar 4.3 Perancangan *Publisher* MQTT Pada ESP32-1 25
Gambar 4.4 Perancangan *Publisher* MQTT Pada ESP32-2 26
Gambar 4.5 Perancangan *Subscriber* MQTT Volume Air dan Biaya Unit 1 dan 2 27
Gambar 4.6 Perancangan *Subscriber* MQTT Update Volume Penampungan 28
Gambar 4.7 Perancangan Sistem Pembacaan Volume Air Masuk 29
Gambar 4.8 Perancangan Sistem Pembacaan Jarak Air 30
Gambar 4.9 Perancangan Sistem Kontrol Pompa Air 31
Gambar 4.10 Perancangan Sistem Pembacaan Volume Air Keluar dan Biaya 1 32
Gambar 4.11 Perancangan Sistem Pembacaan Volume Air Keluar dan Biaya 2 33
Gambar 4.12 Perancangan Keseluruhan Perangkat Keras 34
Gambar 4.13 Diagram Alir Kerja ESP32-1 35
Gambar 4.14 Diagram Alir Kerja ESP32-2 37
Gambar 4.15 Halaman Daftar 42
Gambar 4.16 Halaman Masuk 42
Gambar 4.17 Halaman *Home* 43
Gambar 4.18 Halaman Histori 43
Gambar 5.1 Implementasi MQTT 47
Gambar 5.2 Implementasi Keseluruhan Sistem Monitoring Penggunaan air 48

Gambar 5.3 Implementasi Sistem Kontrol Pompa Air dan Pembacaan Volume Air Masuk 49
Gambar 5.4 Implementasi Pembacaan Volume Air Keluar dan Biaya 50
Gambar 5.5 Implementasi Tabel *Users* 50
Gambar 5.6 Implementasi Tabel Penampungan 51
Gambar 5.7 Implementasi Tabel Sensor *Water flow* 51
Gambar 5.8 Implementasi Tabel Penggunaan Air 52
Gambar 5.9 Implementasi Tabel Histori Penggunaan 52
Gambar 5.10 Implementasi Tabel Pengujian_mqtt 53
Gambar 5.11 Implementasi Antarmuka Halaman Daftar 53
Gambar 5.12 Implementasi Antarmuka Halaman Masuk 54
Gambar 5.13 Implementasi Antarmuka Halaman *Home* 55
Gambar 5.14 Implementasi Antarmuka Halaman Histori 55
Gambar 5.15 Broker MQTT 78
Gambar 5.16 *Subscriber* Python 78
Gambar 5.17 *Database* phpMyAdmin Tabel Pengujian MQTT 79
Gambar 5.18 Website Monitoring 79
Gambar 5.19 Grafik Pengujian *Response Time* dan *Packet Loss* pada Topik Air Masuk 82
Gambar 5.20 Grafik Pengujian *Response Time* dan *Packet Loss* pada Topik Air Keluar 2 83
Gambar 5.21 Grafik Pengujian Response Time dan Packet Loss pada Topik Air Keluar 3 85
Gambar 5.22 Dashboard Hasil Pengujian Kesesuaian Data Air 86
Gambar 5.23 Implementasi Keseluruhan Sistem 87
Gambar 5.24 Grafik Perbandingan Rata-rata *Response Time* 91

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu 7
Tabel 2.2 Kategori Packet Loss..... 11
Tabel 4.1 Penggunaan Pin ESP32 dan Sensor Water flow 1 29
Tabel 4.2 Penggunaan Pin ESP32 dan Sensor Ultrasonik..... 31
Tabel 4.3 Penggunaan Pin ESP32 dan Modul Relay 32
Tabel 4.4 Penggunaan Pin ESP32 dan Sensor Water flow 2 33
Tabel 4.5 Penggunaan Pin ESP32 dan Sensor Water flow 3 33
Tabel 4.6 Perancangan Tabel Users 38
Tabel 4.7 Perancangan Tabel Penampungan..... 38
Tabel 4.8 Perancangan Tabel Sensor Water flow 39
Tabel 4.9 Perancangan Tabel Penggunaan Air..... 39
Tabel 4.10 Perancangan Tabel Histori Penggunaan..... 40
Tabel 4.11 Perancangan Tabel Pengujian_mqtt 41
Tabel 5.1 Hasil Pengujian Sistem Pembacaan Volume Air Masuk 73
Tabel 5.2 Hasil Pengujian Sistem Pembacaan Volume Air Keluar Unit 1 75
Tabel 5.3 Hasil Pengujian Sistem Pembacaan Volume Air Keluar Unit 2 76
Tabel 5.4 Hasil Pengujian Response Time dan Packet Loss pada Topik Air Masuk 81
Tabel 5.5 Hasil Pengujian Response Time dan Packet Loss pada Topik Air Keluar 2..... 83
Tabel 5.6 Hasil Pengujian Response Time dan Packet Loss pada Topik Air Keluar 3..... 84
Tabel 5.7 Hasil Pengujian Kesesuaian Data Air 86

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 5.1 Konfigurasi Pin Sensor *Water flow* 56
Kode Program 5.2 Variabel Sensor *Water flow* 56
Kode Program 5.3 Interrupt Penghitung Pulsa Sensor *Water flow* 57
Kode Program 5.4 Perhitungan Debit dan Volume Air 57
Kode Program 5.5 Penyimpanan Total Volume Air 58
Kode Program 5.6 Pengiriman Data Volume Air Menggunakan MQTT 58
Kode Program 5.7 Perhitungan Response Time 59
Kode Program 5.8 Konfigurasi Pin Sensor *Water Flow* Air Keluar 60
Kode Program 5.9 Variabel Volume Air dan Biaya 60
Kode Program 5.10 Interrupt Sensor *Water flow* 61
Kode Program 5.11 Perhitungan Volume Air Keluar 61
Kode Program 5.12 Perhitungan Total Volume dan Biaya 61
Kode Program 5.13 Pengiriman Data Unit 1 Menggunakan MQTT 62
Kode Program 5.14 Pengiriman Data Unit 2 Menggunakan MQTT 63
Kode Program 5.15 Perhitungan Response Time 63
Kode Program 5.16 Library MQTT 64
Kode Program 5.17 Konfigurasi WiFi dan Broker MQTT 64
Kode Program 5.18 Koneksi MQTT 65
Kode Program 5.19 Konfigurasi QoS MQTT 65
Kode Program 5.20 *Reconnect* MQTT pada ESP32-1 65
Kode Program 5.21 *Reconnect* MQTT pada ESP32-2 65
Kode Program 5.22 *Publish* Data MQTT pada ESP32-1 65
Kode Program 5.23 *Publish* Data MQTT pada ESP32-2 66
Kode Program 5.24 Pengukuran *Response Time* MQTT 66
Kode Program 5.25 Library *Subscriber* MQTT 67
Kode Program 5.26 Konfigurasi MQTT 68
Kode Program 5.27 Konfigurasi Database 68
Kode Program 5.28 *Subscribe* Topic MQTT 69

Kode Program 5.29 *Callback* Pesan MQTT 69
Kode Program 5.30 *Parsing Payload* MQTT 70
Kode Program 5.31 Pengiriman *Acknowledgement* (ACK).....70
Kode Program 5.32 Menjalankan MQTT *Subscriber*.....70
Kode Program 5.33 Konfigurasi Koneksi MQTT pada ESP32 71
Kode Program 5.34 Koneksi ESP32 ke Broker MQTT.....72
Kode Program 5.35 Menjalankan Broker MQTT 72

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air bersih merupakan kebutuhan pokok yang sangat penting bagi kehidupan manusia, baik untuk keperluan minum, mandi, mencuci, maupun aktivitas sehari-hari lainnya (Marviyanasari dkk., 2021). Air juga salah satu kebutuhan pokok manusia yang mana penggunaannya harus dikelola dengan bijak demi kelangsungan hidup seluruh makhluk hidup terutama manusia. Air berperan sangat penting dalam meningkatkan taraf hidup manusia di bumi ini. Selain bagi manusia, air juga berperan penting bagi hewan dan tumbuhan serta banyak digunakan di dalam kegiatan meliputi pertanian, industri, rumah tangga, dan lingkungan (Rochman dkk., 2024). Penggunaan air jika digunakan secara berlebihan dapat berdampak pada potensi krisis air yang dapat menyebabkan peningkatan permintaan yang berlebihan dan berpengaruh terhadap pasokan air (Yanto dkk., 2025).

Seiring dengan perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT), memungkinkan adanya solusi untuk meningkatkan efisiensi dalam pemantauan penggunaan air. Salah satu protokol komunikasi IoT yang banyak digunakan adalah *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT), karena memiliki keunggulan dalam hal kecepatan, ringan, dan efisiensi dalam pengiriman data (Firmansyah dkk., 2022).

Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) merupakan protokol komunikasi *machine to machine* (M2M) yang beroperasi pada lapisan aplikasi. MQTT dikenal sebagai *lightweight protocol* karena hanya membutuhkan header kecil, sekitar 2 byte, sehingga efisien digunakan pada jaringan dengan *bandwidth* rendah maupun perangkat dengan keterbatasan energi. Selain itu, MQTT menyediakan mekanisme pengiriman pesan yang andal melalui beberapa tingkat *Quality of Service* (QoS) sehingga dapat disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi. Mekanisme komunikasi yang digunakan adalah *publish/subscribe*, yaitu pola

pertukaran pesan di mana pengirim disebut *publisher* dan penerima disebut *subscriber* (Hasbi & Saputra, 2021).

Sebelumnya telah ada beberapa penelitian yang mengangkat tema tentang implementasi protokol MQTT. Penelitian sebelumnya yaitu berjudul "Sistem Monitoring Konsumsi Air Rumah Tangga Berbasis Website" (Rosyady & Anugerah, 2023). Dalam penelitian ini memanfaatkan Arduino Uno dan memanfaatkan sensor aliran air (YF-S401) yang dipasang pada jalur pipa untuk mengukur volume air yang digunakan. Pengguna dapat melihat volume konsumsi air secara *real-time* di website sehingga memudahkan dalam pengelolaan penggunaan air dan mendeteksi kebocoran atau penggunaan air yang berlebih. Penelitian ini menekankan pada otomatisasi monitoring, yang mengurangi ketergantungan pada pencatatan manual dan memungkinkan pemantauan dari jarak jauh.

Penelitian lainnya mengenai "Sistem monitoring pada jaringan sensor banjir jalan raya menggunakan protokol MQTT" (Hidayati dkk., 2022). Fokus penelitian ini adalah pengembangan sistem monitoring banjir di jalan raya. Sensor air mengirim data melalui LoRa ke NodeMCU ESP8266, yang kemudian mengirim data ke server menggunakan MQTT. Data ditampilkan dalam bentuk grafik di website dan juga disertai notifikasi melalui Telegram via Node-Red. Pengujian menunjukkan kemampuan jangkauan transmisinya hingga 350-meter dan delay rata-rata hanya 0,042 detik.

Penelitian selanjutnya berjudul "Penerapan Protokol MQTT pada Sistem Otomatisasi Fotosintesis Tanaman Aquascape Berbasis Internet of Things" (Mahfuza dkk., 2024). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem otomatisasi berbasis *Internet of Thing*s (IoT) yang dapat memantau dan mengontrol kondisi ideal *aquascape* secara otomatis, guna mendukung proses fotosintesis tanaman air. Sistem yang dikembangkan menggunakan protokol MQTT untuk komunikasi data antar perangkat. Data yang diperoleh dari sensor dikirim melalui protokol MQTT ke server, kemudian ditampilkan pada antarmuka berbasis web yang dapat diakses oleh pengguna. Rata-rata *delay* pengiriman data sebesar 1,9 detik, yang dikategorikan sebagai "Sangat Bagus" dan rata-rata *jitter* sebesar 26 ms,

yang dikategorikan sebagai "Bagus" menurut standar TIPHON. Hasil dari sensor DS18B20 Rata-rata suhu air 24,50°C dan sensor Turbidity Rata-rata tingkat kekeruhan air 21,68 NTU.

Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya, sistem monitoring berbasis MQTT telah banyak diterapkan pada berbagai bidang, seperti monitoring konsumsi air, monitoring banjir, dan otomatisasi aquascape. Namun, penelitian-penelitian tersebut umumnya hanya berfokus pada implementasi sistem monitoring dan pengujian performa komunikasi menggunakan parameter *Quality of Service (QoS*) seperti *delay*, *jitter*, maupun *throughput*. Penelitian mengenai pengukuran *response time* komunikasi data antara *publisher* dan *subscriber* MQTT pada sistem monitoring penggunaan air pada rumah kontrakan masih relatif terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini mengimplementasikan protokol MQTT pada sistem monitoring penggunaan air sekaligus mengukur *response time* dan *packet loss* komunikasi data menggunakan mekanisme *acknowledgement* (ACK) untuk mengetahui waktu respons komunikasi data antara *publisher* dan *subscriber* MQTT. Mekanisme *acknowledgement* (ACK) dilakukan dengan cara *subscriber* mengirimkan pesan balasan (*acknowledgement*) kepada *publisher* setelah data berhasil diterima dan diproses. Selanjutnya, *publisher* menghitung selisih waktu antara saat data dikirim dengan saat pesan *acknowledgement* diterima kembali sebagai nilai *response time*. Sementara itu, pengukuran *packet loss* dilakukan dengan membandingkan jumlah paket data yang berhasil dikirim oleh *publisher* dengan jumlah paket yang berhasil diterima oleh *subscriber*, sehingga dapat diketahui persentase paket data yang hilang selama proses komunikasi MQTT.

Berdasarkan uraian diatas, maka dilakukan sebuah penelitian dengan judul "Penerapan Protokol MQTT Untuk Sistem Monitoring Penggunaan Air Pada Rumah Kontrakan". Pada penelitian ini akan dilakukan pengembangan sebuah sistem untuk memantau penggunaan air di rumah kontrakan dengan memanfaatkan sensor *water flow* dan mikrokontroler ESP32. Komunikasi data menggunakan protokol MQTT dengan mekanisme *publish/subscribe*, sedangkan performa komunikasi dievaluasi berdasarkan parameter *response time* antara *publisher* dan *subscriber* menggunakan mekanisme *acknowledgement* (ACK) dan parameter

packet loss. Dengan menerapkan protokol MQTT pada sistem monitoring penggunaan air di rumah kontrakan, diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai kemampuan protokol MQTT dalam mendukung komunikasi data secara cepat pada sistem monitoring penggunaan air.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana penerapan protokol MQTT dalam mentransmisikan data sistem monitoring penggunaan air pada rumah kontrakan?
2. Bagaimana komunikasi data menggunakan protokol MQTT berdasarkan parameter pengujian *response time* dan *packet loss* pada sistem monitoring penggunaan air pada rumah kontrakan?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Objek yang digunakan hanya dua unit rumah kontrakan.
2. Perangkat keras yang digunakan terdiri dari dua mikrokontroler ESP32 dan tiga sensor water flow YF-S401.
3. Perangkat lunak sistem yang digunakan adalah Arduino IDE dan basis data MySQL.
4. Sistem monitoring berbasis website menampilkan informasi berupa penggunaan air dan tagihan penggunaan air.
5. Komunikasi data pada sistem menggunakan protokol MQTT dengan satu broker MQTT *Mosquitto*.
6. Pengujian sistem dilakukan menggunakan jaringan Wi-Fi lokal tanpa melibatkan jaringan seluler maupun jaringan LPWAN.
7. Pengujian performa komunikasi data dibatasi pada parameter *response time* antara *publisher* dan *subscriber* MQTT dan parameter *packet loss*.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini, yaitu:

1. Menerapkan protokol MQTT dalam mengirim data pada sistem monitoring penggunaan air pada rumah kontrakan.
2. Mengukur *response time* dan *packet loss* pada sistem monitoring penggunaan air pada rumah kontrakan menggunakan protokol MQTT.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini, yaitu:

1. Dapat memonitoring penggunaan air secara *real-time*, mengurangi potensi kecurangan atau kesalahan pencatatan, serta mendukung pembagian biaya yang lebih transparan.
2. Memberikan gambaran mengenai penerapan protokol MQTT pada sistem monitoring penggunaan air serta menjadi referensi bagi pengembangan sistem monitoring penggunaan air pada penelitian selanjutnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian ini terdiri dari enam bab yang disusun untuk mempermudah pembahasan dan pemahaman terhadap penelitian yang dilakukan. Adapun sistematika penulisan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab pendahuluan ini menguraikan mengenai latar belakang penelitian yang menjadi dasar dilaksanakannya penelitian disertai menjelaskan urgensi untuk melakukan penelitian ini. Pada bagian ini juga menjabarkan perumusan masalah yang akan menyoroti permasalahan utama yang akan diteliti, tujuan penelitian yang ingin dicapai, batasan masalah yang menjelaskan ruang lingkup penelitian agar lebih terarah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan berupa gambaran umum isi di setiap bab.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Pada bagian landasan teori ini memuat dasar-dasar teori yang menjadi acuan dan pendukung dalam penelitian ini. Bab ini juga menjelaskan teori teori terkait, dilengkapi dengan perbandingan antara penelitian terdahulu dan penelitian yang akan dilakukan. Adapun landasan teori pada bab ini adalah dasar teori MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*), *Response Time, Packet Loss,* Galat, ESP32, *Water Flow*, Arduino IDE, MYSQL, Server, Website, PHP.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi uraian mengenai rencana dan tahapan penelitian yang meliputi metode penelitian, studi literatur, analisis kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak, perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian serta Kesimpulan dan saran mengenai penelitian.

BAB 4 PERANCANGAN SISTEM

Bab perancangan sistem menjelaskan tentang rincian rancangan sistem yang akan dikembangkan, mencakup perangkat keras dan perangkat lunak. Bagian ini juga menguraikan mengenai deskripsi sistem, arsitektur sistem, rancangan perangkat keras, rancangan perangkat lunak, desain antarmuka website, dan rancangan pengujian yang akan diterapkan pada sistem.

BAB 5 IMPLEMENTASI, PENGUJIAN, DAN PEMBAHASAN

Bab implementasi, pengujian, dan pembahasan memuat tahapan penerapan sistem yang telah dirancang, mencakup implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, penyajian kode program, dan proses pengujian sistem. Setelah itu, hasil yang diperoleh dianalisis dan dilakukan pembahasan untuk mengevaluasi kinerja sistem secara keseluruhan

BAB 6 PENUTUP

Pada bagian penutup ini berisikan kesimpulan dan saran sebagai bahan evaluasi untuk penelitian selanjutnya agar dapat dilanjutkan penelitian ini dengan lebih baik di masa yang akan datang