

**IMPLEMENTASI PROTOKOL MQTT PADA SISTEM MONITORING  
KEBUN FASILKOM UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
BERBASIS *SMART FARMING***

**PROJEK**

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Studi di  
Program Studi Teknik Komputer DIII



Oleh

**Achmad Andriansyah Aljalil**  
**09030582024020**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
JANUARI 2024**

# HALAMAN PENGESAHAN

## PROJEK


### IMPLEMENTASI PROTOKOL MQTT PADA SISTEM MONITORING KEBUN FASILKOM UNIVERSITAS SRIWIJAYA BERBASIS *SMART FARMING*

Sebagai salah satu syarat untuk penyelesaian studi di  
Program Studi Teknik Komputer DIII

Oleh :

**Achmad Andriansyah Aljalil**      **09030582024020**

**Pembimbing I,**



**Huda Ubaya, M.T.**  
**NIP 198106162012121003**

**Palembang, 08 Januari 2024**


**Pembimbing II,**



**Adi Hermansyah, M.T.**  
**NIP -**

**Mengetahui,**

**Koordinator Program Studi Teknik Komputer,**



**Huda Ubaya, M.T.**  
**NIP 198106162012121003**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Selasa

Tanggal : 19 Desember 2023

Tim Penguji :

1. Ketua : Rahmat Fadli Isnanto, M.Sc.

2. Penguji : Sarnayanta Sembiring, M.T.

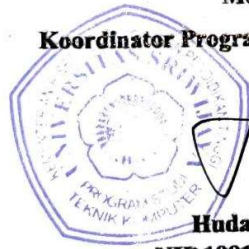
3. Pembimbing I : Huda Ubaya, M.T.

4. Pembimbing II : Adi Hermansyah, M.T.



Mengetahui,

**Koordinator Program Studi Teknik Komputer,**



**Huda Ubaya, M.T.**

**NIP 198106162012121003**

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Achmad Andriansyah Aljalil  
NIM : 09030582024020  
Program Studi : Teknik Komputer  
Judul Projek : Implementasi Protokol MQTT pada Sistem Monitoring Kebun Fasilkom Universitas Sriwijaya berbasis Smart Farming

Hasil Pengecekan Software iThenticate/Turnitin : 5%

Menyatakan bahwa Laporan Projek saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan projek ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan oleh siapapun.



Palembang, 08 Januari 2024



Achmad Andriansyah Aljalil  
NIM:09030582024020

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Implementasi Protokol MQTT Pada Sistem Monitoring Kebun FASILKOM Universitas Sriwijaya Berbasis *Smart Farming*”**. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan pada mata kuliah Jurusan Teknik Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya untuk memperoleh gelar Ahli Madya Komputer. Dengan kesempatan ini, penulis banyak mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu, membimbing, dan mendukung hingga terselesainya tugas akhir ini.

1. Allah SWT, yang telah memberikan rahmat serta nikmat-Nya dan semangat tiada henti kepada penulis.
3. Kedua orang tua, yang senantiasa telah memberi dukungan, semangat, serta doa kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Huda Ubaya, M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan semangat hingga selesai nya projek.
5. Bapak Adi Hermansyah, S.Kom., M.T. sebagai pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan referensi hingga selesai nya projek.
6. Bapak Huda Ubaya, M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
7. Bapak PROF. Deris Stiawan, M.T., PH.D., IPU., ASEAN ENG., CPENT. selaku dosen Pembimbing Akademik.
8. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
9. Kepada Staff di Program Studi Teknik Komputer, Khususnya Kepada Mbak Faula yang selalu membantu dalam menyelesaikan proses administrasi dan pemberkasan.
10. Kepada seluruh pimpinan yang ada di lingkungan Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya.

11. Semua teman Teknik Komputer Angkatan 2020, semangat dan sukses untuk kita semua.

12. Semua pihak yang telah membantu baik itu moril maupun materil yang tentunya tidak dapat penulis sebut satu persatu dalam menyelesaikan projek ini terimakasih banyak untuk semuanya.

13. Anisa Syakura yang telah banyak membantu dan memberikan ide selama proses tugas akhir ini.

Dalam Penulisan laporan ini penulis juga sangat menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dan ketidaksempurnaan, oleh karena itu penulis mohon saran dan kritik yang membangun untuk Perbaikan Laporan Tugas Akhir ini agar menjadi lebih baik dimasa yang akan datang.

Palembang, 08 Januari 2023

Penulis,



Achmad Andriansyah Aljalil

NIM 09030582024020

# IMPLEMENTASI PROTOKOL MQTT PADA SISTEM MONITORING KEBUN FASILKOM UNIVERSITAS SRIWIJAYA BERBASIS *SMART FARMING*

Oleh

**Achmad Andriansyah Aljalil**  
**NIM 09030582024020**

## **Abstrak**

Kemajuan teknologi dapat dirasakan hampir di setiap aspek kehidupan sehari-hari, termasuk juga pada bidang pertanian. Selama ini kondisi perkebunan hanya dipantau secara manual kini dapat dipantau otomatis, sehingga dapat mempermudah dalam pemantauan kondisi kebun. Proyek ini mengusulkan suatu sistem pemantauan kondisi kebun dengan menerapkan protokol komunikasi MQTT berbasis *smart farming*. *Message Queue Telemetry Transport* (MQTT) adalah protokol konektivitas *machine-to-machine* yang dirancang sebagai pengiriman pesan dan menyediakan arsitektur *publish/subscribe*. Pada penelitian ini, MQTT di implementasikan dengan menggunakan *mosquitto* broker yang berfungsi untuk mengatur pengiriman pesan antar *Publisher* dan *Subscriber*. Dengan skema pertambahan jumlah *publisher* (1 hingga 4 *publisher*) pada setiap pengujiannya, protokol MQTT memiliki rata-rata *throughput* terbesar pada saat kondisi 4 *publisher* yaitu 13093,5070 bps dan terkecil pada kondisi 1 *publisher* 4281,7529 bps, rata-rata *packet delivery ratio* terbesar pada kondisi 4 *publisher* yaitu 99,8328 % dan terkecil saat 1 *publisher* yaitu 99,5615%, rata-rata *packet loss* terbesar pada saat kondisi 1 *publisher* yaitu 0,4385% dan terkecil saat 4 *publisher* yaitu 0,1672 %, serta rata-rata delay terbesar saat kondisi 1 *publisher* yaitu 161,5244 ms dan terkecil saat 4 *publisher* yaitu 59,0415 ms. Dari hasil pengujian parameter *Quality of Service* yang didapat, kinerja protokol MQTT pada monitoring termasuk dalam kategori QoS yang sangat bagus.

**Kata kunci :** MQTT, *Smart Farming*, *Quality of Service*, *Mosquitto*, Kinerja

# **MQTT PROTOCOL IMPLEMENTATION IN THE MONITORING SYSTEM FOR THE GARDEN OF THE FACULTY OF COMPUTER SCIENCE, SRIWIJAYA UNIVERSITY BASED ON SMART FARMING**

By

**Achmad Andriansyah Aljalil**  
**NIM 09030582024020**

## **Abstact**

Technology advances can be felt in almost every aspect of daily life, including in agriculture. So far, the condition of the farm is only monitored manually, now it can be monitored automatically, so that it can facilitate the monitoring of farm conditions. This project proposes a farm condition monitoring system by applying the MQTT communication protocol based on smart farming. Message Queue Telemetry Transport (MQTT) is a machine-to-machine connectivity protocol designed as messaging and provides a publish/subscribe architecture. In this research, MQTT is implemented using a Mosquitto broker that functions to manage message delivery between Publisher and Subscriber. With the scheme of increasing the number of publishers (1 - 4 publishers) in each test, the MQTT protocol has the largest average throughput when the 4 publisher condition is 13093.5070 bps and the smallest in the 1 publisher condition 4281.7529 bps, the largest average packet delivery ratio in the 4 publisher condition is 99, 8328% and the smallest when 1 publishers are 99,5615%, the largest average packet loss when 3 publishers are 0,4385% and the smallest when 4 publishers are 0.1672%, and the largest average delay when 1 publisher is 161.5244 ms and the smallest when 4 publishers are 59.0415 ms. From the results of testing the Quality of Service parameters that we get, the performance of the MQTT protocol in monitoring is included in the excellent QoS category.

**Keywords :** MQTT, Smart Farming, Quality of Service, Mosquitto, Performance



## DAFTAR ISI

JUDUL.....	
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
Abstrak.....	vii
Abstact .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Manfaat.....	2
1.6 Metode Penelitian.....	3
1.7 Sistematika Penelitian .....	3
BAB II. DASAR TEORI .....	5
2.1 Penelitian Terdahulu .....	5
2.2 <i>Smart Farming</i> .....	16
2.3 LilyGo T-Higrow V1.1.....	17
2.4 Esp 32.....	17
2.5 EC Sensor ( <i>Electrical Conductivity Sensor</i> ).....	18
2.6 Sensor DHT11 .....	19

2.7	Sensor BH1750 .....	20
2.8	Protokol Jaringan .....	20
2.8.1	<i>Message Queue Telemetry Transport</i> (MQTT) .....	20
2.8.2	<i>MQTT Client</i> .....	22
2.8.3	<i>Publishing dan Subscribing</i> .....	22
2.8.4	<i>Quality of Service</i> (QoS).....	23
2.9	Broker MQTT .....	23
2.10	Parameter Pengukuran.....	24
2.10.1	<i>Throughput</i> .....	24
2.10.2	<i>Packet Delivery Ratio</i> .....	25
2.10.3	<i>Packet Loss</i> .....	25
2.10.4	<i>Delay</i> .....	26
BAB III. ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM .....		28
3.1	Pendahuluan.....	28
3.2	Kerangka Kerja Penelitian.....	28
3.3	Perancangan Sistem.....	30
3.3.1	Kebutuhan Perangkat Lunak.....	32
3.3.2	Kebutuhan Perangkat Keras.....	32
3.4	<i>MQTT Client</i> (Klien MQTT) .....	33
3.4.1	<i>Publisher Client</i> (Klien Penerbit).....	33
3.4.2	<i>Subscriber Client</i> (Klien Pelanggan).....	35
3.5	Pengambilan data .....	37
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....		38
4.1	Pengujian Alat.....	38
4.2	Data yang diterima <i>Subscriber</i> .....	38
4.3	Hasil Pengujian .....	44

4.3.1	Perhitungan <i>Throughput</i> .....	44
4.3.2	Perhitungan <i>Packet Delivery Ratio</i> .....	46
4.3.3	Perhitungan <i>Packet Loss</i> .....	48
4.3.4	Perhitungan <i>Delay</i> .....	50
4.4	Analisis Hasil Pengujian.....	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....		54
5.1	Kesimpulan .....	54
DAFTAR PUSTAKA.....		55
LAMPIRAN.....		59

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram alir penelitian .....	3
Gambar 2.1 Arsitektur <i>Smart Farming</i> [29] .....	16
Gambar 2.2 Lilygo T-Higrow V1.1 .....	17
Gambar 2.3 <i>Mikrokontroler</i> Esp32.....	18
Gambar 2.4 <i>Electrical Conductivity Sensor</i> .....	19
Gambar 2.5 Sensor DHT11 .....	19
Gambar 2.6 Sensor BH1750.....	20
Gambar 2.7 Sketsa protokol MQTT .....	21
Gambar 2.8 Karakteristik Publishing dan Subscribing.....	22
Gambar 2.9 Dashboard Broker Mosquitto .....	24
Gambar 3.1 Kerangka kerja Penelitian .....	29
Gambar 3.2 Topologi Sistem.....	30
Gambar 3.3 Flowchart Perancangan Sistem .....	31
Gambar 3.4 <i>Publisher</i> Lilygo Alpha pada Wireshark .....	34
Gambar 3.5 <i>Publisher</i> Lilygo Bravo pada Wireshark .....	34
Gambar 3.6 <i>Publisher</i> Lilygo Charlie pada Wireshark .....	35
Gambar 3.7 <i>Publisher</i> Lilygo Delta pada Wireshark .....	35
Gambar 3.8 Tampilan awal MQTT-Explorer.....	36
Gambar 3.9 Tampilan awal MyMQTT .....	36
Gambar 4.1 Gambaran pengujian alat dengan kondisi 1 buah <i>publisher</i> .....	38
Gambar 4.2 Gambaran pengujian alat dengan kondisi 4 buah <i>publisher</i> .....	38
Gambar 4.3 Data yang diterima Subscriber (laptop) dari Lilygo Alpha.....	39
Gambar 4.4 Data yang diterima <i>Subscriber</i> (HP) dari Lilygo Alpha .....	39
Gambar 4.5 Data yang diterima Subscriber (laptop) dari Lilygo Bravo.....	40
Gambar 4.6 Data yang diterima <i>Subscriber</i> (HP) dari Lilygo Bravo .....	40
Gambar 4.7 Data yang diterima Subscriber (laptop) dari Lilygo Charlie.....	41
Gambar 4.8 Data yang diterima <i>Subscriber</i> (HP) dari Lilygo Charlie .....	41
Gambar 4.9 Data yang diterima <i>Subscriber</i> (laptop) dari Lilygo Delta .....	42
Gambar 4.10 Data yang diterima <i>Subscriber</i> (HP) dari Lilygo Delta .....	42
Gambar 4.11 Data yang diterima <i>Subscriber</i> (laptop) dari semua <i>Publisher</i> ..	43
Gambar 4.12 Data yang diterima <i>Subscriber</i> (HP) dari semua <i>Publisher</i> .....	43

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
Tabel 2.2 Kategori <i>Throughput</i> [45].....	25
Tabel 2.3 Kategori <i>packet delivery ratio</i> [45].....	25
Tabel 2.4 Kategori <i>Packet Loss</i> [45] .....	26
Tabel 2.5 Kategori <i>Delay</i> [45].....	27
Tabel 3.1 Spesifikasi Perangkat Lunak.....	32
Tabel 3.2 Spesifikasi Perangkat Keras.....	32
Tabel 3.3 Klien Penerbit MQTT.....	33
Tabel 4.1 Panjang paket data yang diterima .....	44
Tabel 4.2 Lama waktu pengamatan .....	45
Tabel 4.3 Hasil perhitungan nilai <i>throughput</i> .....	45
Tabel 4.4 Total paket data yang diterima .....	46
Tabel 4.5 Total paket data yang dikirim .....	47
Tabel 4.6 Hasil perhitungan <i>packet delivery ratio</i> .....	47
Tabel 4.7 Total paket data yang dikirim .....	48
Tabel 4.8 Total paket data yang diterima .....	49
Tabel 4.9 Hasil perhitungan <i>packet loss</i> .....	49
Tabel 4.10 Lama waktu pengamatan .....	50
Tabel 4.11 Total paket data yang diterima .....	51
Tabel 4.12 Hasil perhitungan <i>delay</i> .....	51
Tabel 4.13 Hasil perhitungan rata-rata parameter pengujian .....	52
Tabel 4.14 Kategori hasil perhitungan rata-rata <i>throughput</i> .....	52
Tabel 4.15 Kategori hasil perhitungan <i>packet delivery ratio</i> .....	52
Tabel 4.16 Kategori hasil perhitungan <i>packet loss</i> .....	53
Tabel 4.17 Kategori hasil perhitungan <i>delay</i> .....	53

## BAB I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Ilmu pengetahuan dan teknologi terus berkembang setiap harinya. Kemajuan teknologi dapat dirasakan hampir di setiap aspek kehidupan sehari-hari. Mulai dari keamanan, komunikasi, peralatan medis dan pertanian. Dengan semakin pesatnya perkembangan teknologi di bidang pertanian, sistem monitoring baik udara maupun tanah di perkebunan yang sebelumnya hanya dipantau secara langsung (manual) kini dapat dipantau secara jarak jauh dan otomatis. Sistem monitoring jarak jauh dapat mengurangi waktu dan tenaga yang dibutuhkan untuk menjangkau lokasi, terutama yang sulit dijangkau. Sistem monitoring otomatis juga akan memudahkan pekerjaan pengelola kebun karena pengukuran dilakukan oleh sistem.

Monitoring merupakan serangkaian proses mengumpulkan dan menganalisis informasi berdasarkan parameter yang ditetapkan secara sistematis dan berkesinambungan mengenai kegiatan/program sehingga dapat diambil tindakan korektif untuk perbaikan program/kegiatan selanjutnya. Monitoring dapat juga diartikan sebagai pemantauan tentang apa yang ingin diketahui [1].

Proses pembuatan sistem monitoring ini memiliki beberapa masalah yang harus dipertimbangkan serta cara penyelesaiannya, seperti: Bagaimana caranya data yang terbaca oleh sensor-sensor pada *mikrokontroler* terkirim ke *smartphone* / PC?

Dengan menerapkan Protokol MQTT kita dapat memantau kondisi yang terjadi pada kebun. Protokol MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) ialah salah satu protokol yang ringan dan sangat sederhana [2], yang terdiri dari sebuah broker serta dua jenis klien yaitu disebut *Publisher client* (klien penerbit) dan *Subscriber client* (klien pelanggan). Broker berperan sebagai pihak perantara pesan yang dikirim dari *Publisher Client* menuju *Subscriber Client* dengan topik tertentu.

Dalam penelitian ini, platform broker yang digunakan adalah Mosquitto. Mosquitto menyediakan implementasi klien dan server yang mematuhi standar protokol pesan MQTT. Mosquitto terdiri dari tiga komponen utama, yaitu

server utama Mosquitto dan dua jenis klien, yaitu mosquitto\_pub dan mosquitto\_sub.

Berdasarkan uraian di atas maka penulis bermaksud untuk melakukan penelitian berupa penerapan protokol MQTT pada sistem monitoring kondisi perkebunan dengan judul “IMPLEMENTASI PROTOKOL MQTT PADA SISTEM MONITORING KEBUN FASILKOM UNIVERSITAS SRIWIJAYA BERBASIS SMART FARMING”.

## 1.2 Rumusan Masalah

- a. Bagaimakah cara menerapkan protokol *Message Queue Telemetry Transport* (MQTT) dalam sistem monitoring kebun berbasis *Smart Farming*?
- b. Apa hasil dari pengujian penerapan *Message Queue Telemetry Transport* (MQTT) dalam sistem monitoring kebun berbasis *Smart Farming*?

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam projek akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Broker yang digunakan yaitu broker Mosquitto pada windows.
- b. *NodeSensor* yang dipantau sebanyak empat *NodeSensor*.
- c. Jenis *mikrokontroler* yang digunakan ialah Esp32.
- d. Sensor yang digunakan ialah sensor DHT11, BH1750 dan EC sensor.
- e. Parameter yang diukur ialah *Throughput*, *Packet Delivery Ratio*, *Packet Loss* serta *Delay*.
- f. Tidak membahas nilai yang terbaca pada sensor, hanya berfokus pada parameter pengukuran (transmisi paket).

## 1.4 Tujuan

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan, yaitu:

- a. Menerapkan protokol *Message Queue Telemetry Transport* (MQTT) dalam sistem monitoring kebun berbasis *Smart Farming*.
- b. Menguji tingkat kinerja protokol *Message Queue Telemetry Transport* (MQTT) dalam sistem monitoring kebun berbasis *Smart Farming*.

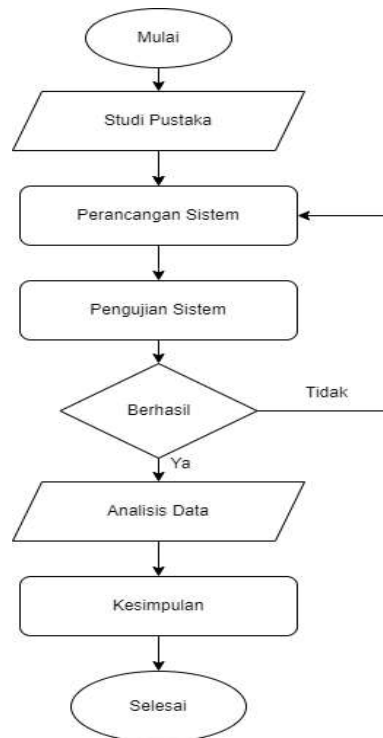
## 1.5 Manfaat

Manfaat dari pembuatan sistem ini adalah sebagai berikut:

- a. Mempermudah proses pengiriman, penerimaan dan penampilan data pada sistem monitoring kebun berbasis *Smart Farming*.
- b. Mengetahui tingkat kinerja protokol MQTT pada sistem monitoring kebun berbasis *Smart Farming*.

### 1.6 Metode Penelitian

Metode dalam penelitian ini dibagi menjadi lima tahapan mulai dari studi pustaka sampai dengan pengambilan kesimpulan. Ada tahapan Ketika berhasil dan tidak berhasil jika berhasil maka akan dilanjutkan dengan analisis, tetapi Ketika tidak berhasil maka akan Kembali pada tahap perancangan sistem. berikut ini adalah tahapan penelitian yang digambarkan dengan diagram alir pada **Gambar 1.1** di bawah ini.



**Gambar 1.1** Diagram alir penelitian

### 1.7 Sistematika Penelitian

Sistematika penulisan pada penelitian ini ialah sebagai berikut :

#### BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian sistematis mengenai dasar pemikiran dari topik



penelitian yang meliputi Latar Belakang, Batasan Masalah, Rumusan Masalah, Tujuan, Manfaat, Metodologi Penelitian serta mengenai Sistematika Penulisan.

## BAB II. DASAR TEORI

Bab ini memuat landasan teori mengenai penelitian yang terkait tentang Smart Farming, MQTT (Message Queuing Telemetry Transport), MQTT Broker, Parameter Pengujian, serta berbagai informasi lainnya yang berhubungan dengan penelitian.

## BAB III. ANALISA dan PERANCANGAN SISTEM

Bab ini berisi penjelasan mengenai bagaimana proses penelitian dilakukan, bab ini juga berisi penjelasan yang meliputi analisa dan tahapan perancangan sistem yang akan dilakukan.

## BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini, akan diuraikan hasil pengujian yang telah dilakukan beserta analisis data sesuai parameter yang diperoleh dari hasil tersebut.

## BAB V. KESIMPULAN

Bab ini memuat kesimpulan atas hasil penelitian yang sudah dilakukan, dan menjawab masing-masing tujuan yang ingin dicapai seperti yang tertera pada BAB I.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. I. Widiastuti and R. Susanto, "KAJIAN SISTEM MONITORING DOKUMEN AKREDITASI TEKNIK INFORMATIKA UNIKOM," vol. 12, no. 2, pp. 195–202.
- [2] D. Syauqy and R. Primananda, "Implementasi Protokol MQTT ( Message Queuing Telemetry Transport ) Untuk Monitoring Infus Pasien Secara Terpusat," vol. 3, no. 2, pp. 1366–1371, 2019.
- [3] E. Pereira, R. Pinto, J. Reis, and G. Gonçalves, "MQTT-RD: A MQTT based resource discovery for machine to machine communication," *IoTBDs 2019 - Proc. 4th Int. Conf. Internet Things, Big Data Secur.*, no. IoTBDs, pp. 115–124, 2019, doi: 10.5220/0007716201150124.
- [4] M. Bender, E. Kirdan, M. O. Pahl, and G. Carle, "Open-source MQTT evaluation," *2021 IEEE 18th Annu. Consum. Commun. Netw. Conf. CCNC 2021*, pp. 16–19, 2021, doi: 10.1109/CCNC49032.2021.9369499.
- [5] K. Hwang, J. M. Lee, and I. H. Jung, "Performance Monitoring of MQTT-based Messaging Server and System," *J. Logist. Informatics Serv. Sci.*, vol. 9, no. 1, pp. 85–96, 2022, doi: 10.33168/LISS.2022.0107.
- [6] S. Pawar, N. Panigrahi, A. P. Jyothi, M. Lokhande, D. Godse, and D. B. Jadhav, "Evaluation of Delay Parameter of MQTT Protocol," *Int. J. Eng. Trends Technol.*, vol. 71, no. 3, pp. 227–235, 2023, doi: 10.14445/22315381/IJETT-V71I3P223.
- [7] J. S. A, R. Chakravarthy, and M. L. L, "An Experimental study of IoT-Based Topologies on MQTT protocol for Agriculture Intrusion Detection," *Meas. Sensors*, vol. 24, no. September, p. 100470, 2022, doi: 10.1016/j.measen.2022.100470.
- [8] D. Erida, K. T. Martono, and A. A. Hanifah, "MQTT Performance as a Message Protocol in an IoT based Chili Crops Greenhouse Prototyping," *Int. Conf. Inf. Technol. Inf. Syst. Electr. Eng.*, 2019, doi: <https://doi.org/10.1109/ICITISEE48480.2019.9003975>.
- [9] H. H. Alshammari, "The internet of things healthcare monitoring system based on MQTT protocol," *Alexandria Eng. J.*, vol. 69, pp. 275–287, 2023, doi: 10.1016/j.aej.2023.01.065.
- [10] D. N. Tatyasaheb, "Novel approach in MQTT for secured data transmission without having data packet loss," vol. 6, pp. 955–966, 2021.
- [11] A. A. Zulfikri, D. Perdana, and G. Bisono, "Design and Analysis of Trash Monitoring System Prototype Based On Internet of Things (IoT) Using MQTT Protocol," *J. Infotel*, vol. 10, no. 3, p. 113, 2018, doi: 10.20895/infotel.v10i3.381.
- [12] A. F. Oklilas, R. Zulfahmi, Ermatita, and A. P. Jaya, "Temperature Monitoring System Based on Protocol Message Queue Telemetry Transport (MQTT)," *Proc. - 1st Int. Conf. Informatics, Multimedia, Cyber Inf. Syst. ICIMCIS 2019*, pp. 61–66, 2019, doi: 10.1109/ICIMCIS48181.2019.8985356.
- [13] R. Banno, K. Ohsawa, Y. Kitagawa, T. Takada, and T. Yoshizawa,

- “Measuring performance of MQTT v5.0 brokers with MQTTLoader,” *2021 IEEE 18th Annu. Consum. Commun. Netw. Conf. CCNC 2021*, pp. 18–19, 2021, doi: 10.1109/CCNC49032.2021.9369467.
- [14] D. Borsatti, W. Cerroni, F. Tonini, and C. Raffaelli, “From IoT to cloud: Applications and performance of the MQTT protocol,” *Int. Conf. Transparent Opt. Networks*, vol. 2020-July, pp. 4–7, 2020, doi: 10.1109/ICTON51198.2020.9203167.
- [15] M. Martí, C. Garcia-Rubio, and C. Campo, “Performance Evaluation of CoAP and MQTT\_SN in an IoT Environment,” p. 49, 2019, doi: 10.3390/proceedings2019031049.
- [16] Maya Rahayu, Muhammad Nurkholis Widlan, Ashari, and Hutama Arif Bramantyo, “Smart Trash with Web Integrated Volume Monitoring and Sorting System via MQTT Protocol,” *E-JOINT (Electronica Electr. J. Innov. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 6–11, 2022, doi: 10.35970/e-joint.v3i1.1558.
- [17] M. A. Pradana, A. Rakhmatsyah, and A. A. Wardana, “Flatbuffers Implementation on MQTT Publish/Subscribe Communication as Data Delivery Format,” in *2019 6th International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI)*, 2019, pp. 142–146. doi: 10.23919/EECSI48112.2019.8977050.
- [18] O. Kovalchuk, Y. Gordienko, and S. Stirenko, “The Impact of MQTT-based Sensor Network Architecture on Delivery Delay Time,” *2019 IEEE 39th Int. Conf. Electron. Nanotechnology, ELNANO 2019 - Proc.*, pp. 838–842, 2019, doi: 10.1109/ELNANO.2019.8783323.
- [19] A. Abubaker, K. C.R, T. Thomas, N. Joeph, and S. Begum, “A Study on IOT Approach for Monitoring Water Quality Using MQTT Algorithm,” 2021.
- [20] Y. Sasaki and T. Yokotani, “Performance Evaluation of MQTT as a Communication Protocol for IoT and Prototyping,” *Adv. Technol. Innov.*, vol. 4, no. 1, pp. 21–29, 2019.
- [21] S. P. K. Samudra Vishal Mukherji, Ritesh Sinha, Soumya Basak, “Smart Agriculture using Internet of Things and MQTT Protocol,” *Int. Conf. Mach. Learn. Big Data, Cloud Parallel Comput. (Com-IT-Con), India*, 2019.
- [22] I. K. A. A. Aryanto, R. R. Huizen, and K. Y. E. Aryanto, “Design of Soil Humidity Monitoring System Using the Internet of Things Concept and MQTT,” *Proceeding - ICoSTA 2020 2020 Int. Conf. Smart Technol. Appl. Empower. Ind. IoT by Implement. Green Technol. Sustain. Dev.*, 2020, doi: 10.1109/ICoSTA48221.2020.1570611115.
- [23] S. Pramono, Slamet Indriyanto, and Wahyu Junianto, “The Implementation of MQTT Protocol using PT-100 for Monitoring the Vaccine Temperature,” *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 6, no. 2, pp. 346–351, 2022, doi: 10.29207/resti.v6i2.3988.
- [24] L. Kamelia, Y. S. Nugraha, M. R. Effendi, and T. Priatna, “The IoT-Based Monitoring Systems for Humidity and Soil Acidity Using Wireless Communication,” *Proceeding 2019 5th Int. Conf. Wirel. Telemat. ICWT 2019*, pp. 3–6, 2019, doi: 10.1109/ICWT47785.2019.8978243.

- [25] S. Z. Effendi and U. Y. Oktiawati, "Implementation and Performance Analysis of Temperature and Humidity Monitoring System for Server Room Conditions on Lora-Based Networks," *J. Internet Softw. Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 20–25, 2022, doi: 10.22146/jise.v3i1.4834.
- [26] D. Shanmugapriya, A. Patel, G. Srivastava, and J. C.-W. Lin, "MQTT Protocol Use Cases in the Internet of Things," in *Big Data Analytics*, 2021, pp. 146–162.
- [27] E. K. Tan, Y. W. Chong, R. A. Setyawan, M. Niswar, and K. T. Mya, "Lightweight messaging protocol for precision agriculture," *Int. Conf. Inf. Netw.*, vol. 2021-Janua, pp. 403–407, 2021, doi: 10.1109/ICOIN50884.2021.9333986.
- [28] G. Idoje, T. Dagiuklas, and M. Iqbal, "Survey for smart farming technologies: Challenges and issues," *Comput. Electr. Eng.*, vol. 92, no. February 2020, p. 107104, 2021, doi: 10.1016/j.compeleceng.2021.107104.
- [29] T. R. Manual, "ESP32 Datasheet," *Espr. Syst.*, no. 604, pp. 1–43, 2008, [Online]. Available: [https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32\\_technical\\_reference\\_manual\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_technical_reference_manual_en.pdf)
- [30] T. M. P. Dyka, "Pengendalian pH dan Ec pada Larutan Nutrisi Hidroponik Tomat Ceri," *Inst. Bisnis dan Inform. STIKOM Surabaya*, pp. 1–92, 2018.
- [31] "WaterScout SMEC 300 Soil Moisture/EC/Temperature Sensor." <https://www.specmeters.com/weather-monitoring/sensors-and-accessories/sensors/soil-moisture-sensors/smec300/>
- [32] K. S. Budi and Y. Pramudya, "Pengembangan Sistem Akuisisi Data Kelembaban Dan Suhu Dengan Menggunakan Sensor Dht11 Dan Arduino Berbasis Iot," vol. VI, pp. SNF2017-CIP-47-SNF2017-CIP-54, 2017, doi: 10.21009/03.snf2017.02.cip.07.
- [33] T. Suryana, "Measuring Light Intensity Using the BH1750 Sensor," *Komputa Unikomm 2021*, pp. 1–16, 2021.
- [34] Dini, "Protokol Jaringan pada Jaringan Komputer," pp. 1–10, 2015, [Online]. Available: <https://dosenit.com/jaringan-komputer/teknologi-jaringan/protokol-jaringan>
- [35] BAKTIkominfo, "PROTOKOL JARINGAN KOMPUTER: PENGERTIAN, FUNGSI, DAN JENISNYA," 2019. [https://www.baktikominfo.id/id/informasi/pengetahuan/protokol\\_jaringan\\_komputer\\_pengertian\\_fungsi\\_dan\\_jenisnya-710](https://www.baktikominfo.id/id/informasi/pengetahuan/protokol_jaringan_komputer_pengertian_fungsi_dan_jenisnya-710)
- [36] I. Putu, A. E. Pratama, P. Adhika Dharmesta, and T. Informasi, "IMPLEMENTASI WIRESHARK DALAM MELAKUKAN PEMANTAUAN PROTOCOL JARINGAN (Studi Kasus : Intranet Jurusan Teknologi Informasi Universitas Udayana)," *J. Mantik Penusa*, vol. 3, no. 1, p. 94, 2019.
- [37] A. B. Abilovani, *IMPLEMENTASI PROTOKOL MQTT UNTUK SISTEM MONITORING memperoleh gelar Sarjana Komputer Disusun oleh :*, vol. 2, no. 12. 2018.
- [38] N. Hussein and A. Nhlabatsi, "Living in the Dark: MQTT-Based

- Exploitation of IoT Security Vulnerabilities in ZigBee Networks for Smart Lighting Control,” *Internet of Things*, vol. 3, no. 4, pp. 450–472, 2022, doi: 10.3390/iot3040024.
- [39] OASIS Open, “MQTT Version 3.1.1,” *OASIS Stand.*, no. December, pp. 1–81, 2015, [Online]. Available: <http://docs.oasis-open.org/mqtt/mqtt/v3.1.1/mqtt-v3.1.1.html>
- [40] R. Priyamvadaa, “Temperature and Saturation level monitoring system using MQTT for COVID-19,” *Proc. - 5th IEEE Int. Conf. Recent Trends Electron. Inf. Commun. Technol. RTEICT 2020*, pp. 17–20, 2020, doi: 10.1109/RTEICT49044.2020.9315637.
- [41] R. Fakhriza, B. Rahmat, and S. Astuti, “Perancangan Dan Implementasi Alat Monitoring Dan Controlling Kualitas Air Pada Kolam Ikan Koi ( Design and Implementation of Water Quality Monitoring and Controlling Equipment in Koi Fish Pond ),” *e-Proceeding Eng.*, vol. 8, no. 5, pp. 5274–5289, 2021.
- [42] Y. Tommy Pratama<sup>1</sup>, M. Azhar Irwansyah<sup>2</sup>, “PERBANDINGAN METODE PCQ, SFQ, RED DAN FIFO PADA MIKROTIK SEBAGAI UPAYA OPTIMALISASI LAYANAN JARINGAN PADA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TANJUNGPURA,” *Tek. Inform. Univ. Tanjungpura*, vol. 3, pp. 1–6, 2015.
- [43] G. Y. Saputra, A. D. Afrizal, F. Khusnu, R. Mahfud, F. A. Pribadi, and F. J. Pamungkas, “PENERAPAN PROTOKOL MQTT PADA TEKNOLOGI WAN ( STUDI KASUS SISTEM PARKIR UNIVERISTAS BRAWIJAYA ),” vol. 12, no. 2, pp. 2–8, 2017.
- [44] European Telecommunications Standards Institute, “Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspects of Quality of Service (QoS),” *Tech. Rep. 101 329 V2.1.1*, vol. 1, pp. 1–35, 1999.
- [45] Fathullah, “Simulasi Dan Analisis Perbandingan Kinerja Teknik Mitigasi Serangan Blackhole Pada Jaringan Manet,” vol. 2018, no. November, 2018.
- [46] R. Wulandari, “Analisis QoS (Quality of Service) pada Jaringan Internet UPT Loka Uji Teknik Penambangan-LIPI),” *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 2, pp. 162–172, 2016.
- [47] H. Fahmi, “Analisis Qos (Quality of Service) Pengukuran Delay, Jitter, Packet Lost Dan Throughput Untuk Mendapatkan Kualitas Kerja Radio Streaming Yang Baik,” *J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 7, no. 2, pp. 98–105, 2018.
- [48] V.-C. INDONESIA, “Apa itu Packet Loss? Arti, penyebab dan cara mencegahnya,” 2022. <https://vcube.co.id/apa-itu-packet-loss-arti-penyebab-dan-cara-mencegahnya/>
- [49] Aprianto Budiman, M. Ficky Duskarnaen, and Hamidillah Ajie, “Analisis Quality of Service (Qos) Pada Jaringan Internet Smk Negeri 7 Jakarta,” *PINTER J. Pendidik. Tek. Inform. dan Komput.*, vol. 4, no. 2, pp. 32–36, 2020, doi: 10.21009/pinter.4.2.6.