



# Komunikasi Long Range dan Gateway dalam Penerimaan Data Multi-Node Sensor pada Sistem Monitoring

## *Long Range and Gateway Communication in Receiving Multi-Node Sensor Data in Monitoring Systems*

Milleano Adi Santiko<sup>\*)</sup>, Dania Eridani, Adian Fatchur Rochim

*Departemen Teknik Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275*

---

**How to cite:** M. A. Santiko, D. Eridani, A. F. Rochim, “Komunikasi Long Range dan Gateway dalam Penerimaan Data Multi-Node Sensor pada Sistem Monitoring,” *Jurnal Teknik Komputer*, vol. 2, no. 1, pp. 16-21, 2023, doi: 10.14710/jtk.v2i1.38003 [Online].

---

*Abstract – The use of Internet of Things (IoT) technology has been widely used, one of which is in designing monitoring systems. Monitoring activities are activities aimed at measuring changes in a certain value needed to move towards the desired or avoided limits. Monitoring is carried out in real-time using LoRa devices and Gateway communication systems. The communication built into this monitoring is in the form of sending sensor node data. Monitoring of values by monitoring devices is carried out at the placement point which is ideally far from the central monitoring post. This process creates problems for monitors who are required to visit monitoring tools to obtain monitoring scores. The tool is made by using sensor nodes as sensing elements, then all the results of reading sensor node data are controlled by a microcontroller to be used as a reference for data or information obtained from these sensors, after that all sensor data is sent from the node to the gateway to be forwarded to the database for storage. and processed. The role of the LoRa Gateway in this monitoring system is as a container to get the value read by the monitoring tool at the point of placement. Communication between sensor nodes and LoRa Gateway uses LoRa devices connected to three sensor nodes and one gateway. The communication used between the sensor nodes and the LoRa Gateway is radio frequency which allows real-time remote communication with a large enough area coverage. This device allows monitoring activities to operate in various conditions. This device is powered by AC with a voltage of 12V. The device can communicate effectively up to a distance of 150 meters with a power consumption of 1.67 WH.*

*Keywords : Internet of Things, Monitoring, Long Range, Gateway, Sensor node.*

**Abstrak – Penggunaan teknologi Internet of Things (IoT) sudah banyak digunakan, salah satunya dalam**

*merancang sistem monitoring. Kegiatan pemantauan adalah kegiatan yang ditujukan untuk mengukur perubahan nilai tertentu yang diperlukan untuk bergerak menuju batas yang diinginkan atau dihindari. Pemantauan dilakukan secara real-time menggunakan perangkat LoRa dan sistem komunikasi Gateway. Komunikasi yang dibangun dalam monitoring ini berupa pengiriman data node sensor. Pemantauan nilai oleh alat pemantau dilakukan di titik penempatan yang idealnya jauh dari pos pemantauan pusat. Proses ini menimbulkan masalah bagi pemantau yang diharuskan mengunjungi alat pemantauan untuk mendapatkan skor pemantauan. Alat dibuat dengan menggunakan node sensor sebagai elemen penginderaan, kemudian semua hasil pembacaan data node sensor dikendalikan oleh mikrokontroler untuk dijadikan acuan data atau informasi yang diperoleh dari sensor tersebut, setelah itu semua data sensor dikirim dari node ke gateway untuk diteruskan ke database untuk disimpan. dan diproses. Peran LoRa Gateway dalam sistem monitoring ini adalah sebagai wadah untuk mendapatkan nilai yang dibaca oleh alat monitoring di titik penempatan. Komunikasi antara sensor node dan LoRa Gateway menggunakan perangkat LoRa yang terhubung dengan tiga sensor node dan satu gateway. Komunikasi yang digunakan antara sensor node dan LoRa Gateway adalah frekuensi radio yang memungkinkan komunikasi jarak jauh secara real-time dengan jangkauan area yang cukup luas. Perangkat ini memungkinkan kegiatan pemantauan beroperasi dalam berbagai kondisi. Perangkat ini ditenagai oleh AC dengan tegangan 12V. Perangkat tersebut dapat berkomunikasi secara efektif hingga jarak 150 meter dengan konsumsi daya sebesar 1,67 WH.*

**Kata Kunci :** *Internet of Things, Monitoring, Long Range, Gateway, Sensor node.*

---

<sup>\*)</sup> Penulis Korespondensi (Milleano Adi Santiko)  
Email: [adisantiko10@gmail.com](mailto:adisantiko10@gmail.com)



## I. PENDAHULUAN

Pada era globalisasi pemanfaatan teknologi *Internet of Things* (IoT) sudah marak digunakan. Pemanfaatan teknologi IoT yang sering diterapkan adalah kegiatan monitoring menggunakan alat pembacaan nilai yang dibutuhkan. Kegiatan monitoring yang sering dijumpai belum dilakukan secara jarak jauh. Hal ini menyebabkan tidak efektifnya kegiatan monitoring yang dilakukan karena pemantau diharuskan untuk mengunjungi titik peletakan alat monitoring secara berkala untuk mendapatkan nilai pemantauan.

Berdasarkan permasalahan yang sudah disampaikan, dibutuhkan solusi berupa perancangan sistem yang berfungsi untuk mendapatkan nilai pemantauan dari jarak jauh secara waktu nyata. Perangkat ini dapat dibangun menggunakan LoRa dan *gateway* yang berkomunikasi melalui frekuensi radio tingkat tinggi. Perangkat ini berhubungan dengan alat monitoring pada titik peletakan untuk mendapatkan datanya dan mengirimkannya ke *database* sistem monitoring.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Haidar Arijuddin dkk., 2019). Berjudul “Pengembangan Sistem Perantara Pengiriman Data Menggunakan Modul Komunikasi LoRa dan Protokol MQTT Pada Wireless Sensor Network” penelitian ini berhasil mengembangkan *gateway* untuk mengirimkan data dari modul komunikasi LoRa ke protokol MQTT. Tujuan dari penelitian ini adalah agar *gateway* dapat menerima data dari *node* sensor dan meneruskannya ke *server*. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan tingkat keberhasilan dalam menerima dan meneruskan paket ke *server* berjalan baik dan stabil yaitu 100% sampai 99%[1].

Penelitian yang dilakukan oleh (Adhitya & Widhi., 2019). Berjudul “Sistem Monitoring Kualitas Air Kolam Budidaya Menggunakan Jaringan Sensor Nirkabel Berbasis Protokol LoRa” penelitian ini berhasil mengimplementasikan *gateway* untuk menerima data dari *node* sensor dan mengirimkannya ke pusat data. Sistem pada penelitian ini hanya dapat mengirimkan data satu arah dari *node* sensor ke *gateway*. Tujuan dari penelitian ini untuk pemantauan kualitas air menggunakan jaringan sensor nirkabel. Sistem yang dibuat terdiri dari kumpulan *node* sensor yang ditempatkan di kolam untuk memantau kualitas air dan perangkat *gateway* untuk mengumpulkan dan mengirimkan data ke pusat data. Setiap *node* sensor terdiri dari tiga komponen utama, yaitu mikroprosessor, sensor dan modul komunikasi. Sensor *node* secara berkala mengambil data pengamatan tentang kondisi fisik air, seperti asam klorida (pH), oksigen terlarut (Dissolved Oxygen), temperatur dan kekeruhan air. Data yang dikumpulkan kemudian dikirim ke perangkat *gateway* melalui modul komunikasi. Hal ini dapat mempermudah pembudidaya dapat memantau status air kolam secara waktu nyata melalui aplikasi berbasis web. Selain itu, jika terjadi penyimpangan, pusat data dapat mengirimkan notifikasi dan saran perawatan kepada petani melalui email atau aplikasi[2].

Penelitian berikutnya dilakukan oleh (Dhiza., 2020). Penelitian berjudul “Pengembangan Gateway LoRa-MQTT untuk Transmisi Data Dua Arah antara Wireless Sensor Network dan Database Server” ini berfokus pada pengembangan *gateway* sebagai perantara transfer data dua arah antara sensor *node* dan *database*. Salah satu keuntungan mengirimkan data dari *database* ke *node* sensor adalah memberikan perintah untuk mengatur kondisi aktuator. Untuk mewujudkan hal ini, kita perlu mengatasi masalah LoRa *half-duplex* dan masalah koordinasi antara *node* sensor dan *gateway*. Mekanisme pengiriman data ke *database* adalah melalui protokol MQTT. Protokol MQTT dipilih karena memiliki keunggulan ringan dalam proses transfer data[3].

Sistem yang dibuat harus dapat melakukan transmisi data satu arah dari *node* sensor ke *database*. Sistem monitoring secara keseluruhan memiliki aplikasi android dan *website* yang berfungsi sebagai antarmuka pengguna. Komponen utama sistem monitoring terdiri dari alat monitoring, *gateway*, *database* dan antarmuka.

Berdasarkan permasalahan yang telah dibahas di atas, maka peneliti memutuskan untuk melakukan penelitian dengan judul “Komunikasi Long Range dan Gateway Dalam Penerimaan Data Multi-Node Sensor pada Sistem Monitoring”. Penelitian ini berfokus pada pengembangan *gateway* sebagai perantara transfer data satu arah antara *node* sensor dan *server*. Metode sinkronisasi waktu dengan bertukar pesan dengan stempel waktu. Berdasarkan hasil proses pertukaran waktu, perbedaan waktu antara *node* dan *gateway* dapat dihitung, sehingga dapat dilakukan penyesuaian waktu antar *node*. Setelah *node* sensor dan *gateway* dapat berkoordinasi satu sama lain, slot waktu dapat dialokasikan untuk komunikasi satu arah antara *node* sensor dengan *gateway*. Mekanisme pengiriman data ke *server* adalah melalui protokol MQTT. Lalu data yang sudah terkirim ke *server* akan diteruskan ke *database*. Kemudian diteruskan *mobile app* agar bisa mengambil data dari *database* tersebut untuk ditampilkan di aplikasi android maupun *website*.

## II. KAJIAN PUSTAKA

### A. Long Range (LoRa)

Long Range adalah salah satu teknologi komunikasi nirkabel yang saat ini banyak digunakan dalam aplikasi *wireless* sensor network. Sebagai salah satu teknologi dari LPWAN (*Low Power Wide Access Network*) LoRa beroperasi pada pita frekuensi tidak berlisensi (2.4 GHz, 868/915 MHz, 433 MHz, dan 169 MHz). Operasional LoRa terdiri atas tiga komponen utama yaitu LoRa *end devices* yang terhubung ke LoRa radio interface ataupun ke beberapa LoRa *gateway*, LoRa *gateway* yang merupakan NetServer, pusat dari arsitektur jaringan. NetServer ini berfungsi sebagai *server* jaringan yang mengontrol semua jaringan LoRa[4].



## B. Gateway

Gambar 1 merupakan device *gateway* Dragino LG01S. LG01S adalah *gateway* saluran tunggal sumber terbuka. Ini memungkinkan untuk menjembatani LoRa jaringan nirkabel ke jaringan IP melalui WiFi, Ethernet, 3G atau seluler 4G. Nirkabel LoRa memungkinkan pengguna untuk mengirimkan data dan mencapai rentang yang sangat jauh dengan kecepatan data yang rendah. Ini memberikan jangkauan yang sangat panjang menyebarkan komunikasi spektrum dan kekebalan interferensi tinggi.



Gambar 1 Gateway Dragino LG01S

Perangkat ini memiliki metode koneksi internet yang kaya seperti antarmuka WiFi, port Ethernet dan Seluler 3G/4G. Antarmuka ini menyediakan metode yang fleksibel bagi pengguna untuk menghubungkan sensor mereka jaringan ke Internet. Perangkat gateway dapat digunakan untuk menyediakan solusi nirkabel IoT berbiaya rendah untuk mendukung 50~100 *node* sensor[5].

## C. Message Queuing Telemetry Transport (MQTT)

*Message Queue Telemetry Transport* (MQTT) merupakan protokol yang dapat digunakan untuk mengimplementasikan konsep *Internet of Things* (IoT). MQTT dianggap sebagai protokol IoT yang cocok karena MQTT adalah pesan yang ringan dan didesain untuk perangkat dengan sumber daya terbatas (Kim, et al., 2015). Karena sifat protokol MQTT, protokol ini dianggap cocok untuk digunakan dalam sistem kontrol rumah pintar.

Namun, penggunaan protokol MQTT di IoT lebih sering digunakan hanya untuk pemantauan. Tidak banyak penelitian yang menggunakan protokol MQTT untuk mengontrol perangkat di jaringan IoT, namun MQTT yang merupakan protokol yang berjalan pada layer aplikasi dan dengan mekanisme protokol MQTT yaitu *publish/subscribe* yang dapat mengontrol pengiriman dan penerimaan pesan. Manajemen dan kontrol sesuai dengan keinginan pengguna, karena pengiriman dan penerimaan pesan protokol MQTT didasarkan pada topik yang ditentukan[6].

## III. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

### A. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dan diselesaikan melalui lima tahapan yaitu: (1) Kebutuhan fungsional dan non-

fungsional; (2) desain kerja; (3) penerapan dan implementasi; (4) pengujian sistem dan perangkat keras; (5) penulisan dokumentasi hasil penelitian, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 2 Tahapan penelitian

### B. Identifikasi Kebutuhan Fungsional dan Non-fungsional Sistem

Kebutuhan fungsional yang ditujukan untuk memberi batasan minimal yang dapat dilakukan oleh sistem. Kebutuhan fungsional diharapkan dapat tercapai pada perangkat ini. Observasi dilakukan dengan menganalisis spesifikasi kebutuhan yang diperlukan untuk perancangan perangkat keras, hal ini bertujuan agar perangkat keras dapat bekerja sesuai dengan baik dan sesuai kebutuhan yang ada. Kebutuhan fungsional yang diharapkan dapat tercapai pada perangkat di antara lain sebagai berikut.

1. *Node* sensor dapat mengirimkan data ke *gateway*.
2. *Gateway* dapat menerima data dari *node* sensor.
3. *Gateway* dapat meneruskan data dari *node* sensor ke *server*.
4. *Server* mampu menerima, menyimpan dan mengolah data sensor yang diperoleh dari perangkat *gateway*.

Sedangkan kebutuhan non fungsional ditujukan untuk memberikan gambaran tentang apa saja yang menjadi kebutuhan tambahan untuk perangkat, kebutuhan non-fungsional perangkat di antara lain sebagai berikut.

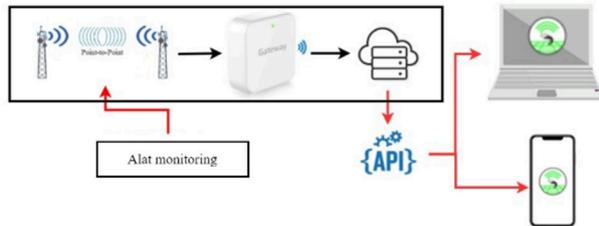
1. Jarak antara *node* sensor dengan *gateway* yang diterapkan di lapangan berjarak tidak lebih dari 100 meter.
2. *Publish* data yang dilakukan dari MQTT menuju *database server* menggunakan koneksi internet yang stabil.
3. Daya yang diperlukan untuk menjalankan perangkat dragino *gateway* adalah sebesar 12V.

### C. GAMBARAN UMUM

Secara umum, tujuan kerja sistem adalah dapat melakukan fungsi monitoring terhadap kualitas air. Sistem harus memenuhi tujuan penelitian, yaitu *gateway* dapat menerima data dari *node* sensor dan meneruskannya ke *server*. Cara kerja komunikasi ini



digambarkan dalam perancangan sistem sebagaimana dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3 Gambaran umum kerja sistem

Gambar 3 menggambarkan rancangan sistem yang akan dibangun. Sistem memiliki tiga komponen utama yaitu *node* sensor, *gateway* dan *server*. Komunikasi antara *node* sensor dan *gateway* dijumpai dengan modul komunikasi transceiver LoRa radiohead RF95. *Gateway* kemudian menerima data dari *node* sensor dan melakukan pemecahan array yang berisi data nilai sensor lalu dikirimkan ke dalam bentuk PHP sebagai format pengiriman yang digunakan untuk dikirim ke *server*. Koneksi yang digunakan antara *gateway* dengan *server* menggunakan protokol MQTT.

#### D. Perancangan Arsitektur Jaringan

Perancangan arsitektur jaringan ini berisi tentang sistem jaringan saat telah dirangkai secara utuh. Perangkat yang digunakan ada dua jenis yaitu implementasi perangkat *gateway* dan *server*.



Gambar 4 Alur perancangan arsitektur jaringan

Pada gambar 3 langkah pertama yaitu *Point to Point* atau yang sering disebut PTP berperan sebagai jaringan yang menggunakan 2 perangkat yang terhubung secara *wireless*/tanpa kabel. Perangkat kedua merupakan gambar dari perangkat *gateway* yang dimana fungsi dari perangkat ini menerima data yang masuk dari *point to point* kemudian diterima oleh perangkat ini. Data yang diterima oleh *gateway* selanjutnya diteruskan ke *server*.

#### E. Implementasi

Proses langkah akhir dari perencanaan dan perangkaian dalam pembuatan sistem perangkat keras. Sistem yang dibangun menggunakan LoRa dan *gateway* sebagai perangkat *receiver*. Perangkat yang dibangun menggunakan beberapa *node* (*multi-node*) sensor yang pembacaannya dikirimkan kepada satu *gateway* yang sama. *Multi-node* sensor yang digunakan terbangun dari papan Arduino UNO dan LoRa shield yang menggunakan pustaka *radiohead* RF95 sebagai sarana komunikasi untuk pengiriman datanya. *Gateway* sebagai penerima data *node* (*multi-node*) sensor dan diteruskan ke *server* yang terhubung menggunakan protokol MQTT *broker*.



Gambar 5 Perangkat keras LoRa dan gateway

Gambar 4 merupakan perangkat keras yang telah terangkai menjadi suatu sistem. Terdapat tiga *node* sensor yang berguna untuk membaca data secara waktu nyata. Ketiga *node* sensor ini kemudian akan mengirimkan data melalui LoRa shield via frekuensi radio 915 MHz kepada satu *gateway* yang dituju. Perangkat ini kemudian diimplementasikan pada tambak udang vaname untuk memantau kualitas air secara waktu nyata.

#### IV. HASIL DAN PENGUJIAN

Pengujian perangkat ini dilakukan dengan dua pengujian kinerja pada penelitian ini yaitu pengukuran jarak jangkauan dan penggunaan daya baterai yang digunakan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui performa perangkat yang dibangun.

##### A. Pengukuran jarak jangkauan

Pengujian jarak jangkauan ditujukan untuk melihat seberapa jauh cakupan jangkauan area yang dapat terhubung antara perangkat LoRa dan *gateway*. Pada pengujian ini pengukuran dilakukan dengan menentukan titik pengujian yang didapatkan melalui peletakan *point* melalui satelit *view*. Mekanisme yang digunakan untuk mengukur jarak adalah *node* sensor dan *gateway* ditempatkan pada ketinggian 1 meter di atas tanah agar penerimaan dan pengiriman data dapat berjalan dengan lebih baik.

Pengujian difokuskan pada tingkat keberhasilan *gateway* dalam menerima data dari *node* sensor dan meneruskan data tersebut ke tujuan. Parameter ini diuji dari 1 meter hingga 200 meter. Pengujian dilakukan dengan mengirimkan 15 paket data berupa nilai sensor yang dimana terdapat 5 sensor pada tiap nodenya. Pengujian dilakukan pada setiap variasi jarak dengan paket data dikirim memiliki selisih waktu 30 detik setiap satu kali pengiriman.

Tabel 1 Pengujian jarak jangkauan

No.	Jarak (m)	Data Diterima (%)		
		Node 1	Node 2	Node 3
1	1	100	100	100
2	50	100	100	100
3	100	100	100	100
4	150	50	50	50
5	200	0	0	0



Setelah dilakukan pengujian pengukuran jarak jangkauan, perangkat LoRa dengan *gateway* mendapatkan hasil 100% pada jarak 1 sampai 100 meter yang diuji dan tidak ada paket data yang *loss* pada pengujian jarak, sedangkan data diterima pada jarak 150 meter turun sebesar 50%. Kemudian pada jarak 200 meter data yang diterima mendapatkan data *loss* yaitu 0% paket yang dikirim tidak dapat terhubung pada jarak tersebut. Hal ini menunjukkan kemampuan perangkat terbatas kurang dari 200 meter. Sedangkan, jarak efektif atau jarak optimum pengiriman yang dapat dicapai adalah 150 meter.

#### B. Penggunaan daya

Pengujian penggunaan daya merupakan pengujian untuk mengetahui berapa banyak daya yang dibutuhkan saat alat monitoring dijalankan. Pada pengujian yang dilakukan, sistem mengirimkan data satu arah dari sensor *node* ke *gateway* (*half-duplex*). Alat yang dibutuhkan untuk penggunaan daya baterai adalah menggunakan alat bantu *power meter*. *Power meter* adalah suatu alat ukur yang bisa mengukur besaran-besaran listrik secara terintegrasi dari beberapa komponen alat ukur menjadi satu kesatuan yang terangkai dalam suatu alat ukur. Alat ini berfungsi untuk menentukan berapa banyak daya yang dipakai saat perangkat LoRa dan *gateway* saling terhubung.

Proses pengujian penggunaan daya dilakukan dengan menggunakan *power meter* dengan cara memantau jumlah *watt hour* yang digunakan oleh perangkat secara berkala. Pengujian dilakukan pada perangkat yang menerima paket data setiap dua jam untuk satu kali pengiriman. Jumlah daya yang didapatkan oleh *power meter* yaitu sebesar 1,67 *Wh*.

#### V. PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian dari “Komunikasi Long Range dan Gateway Dalam Penerimaan Data Multi Node Sensor pada Sistem Monitoring” yang dilakukan terhadap perangkat sistem monitoring air tambak dengan menggunakan komunikasi jaringan antara LoRa dan *gateway*, maka dapat disimpulkan perangkat sistem dapat menerima data pembacaan sensor yang dikirim oleh client menggunakan LoRa Shield melalui frekuensi radio. Perangkat dapat melakukan komunikasi ke *server* MQTT *broker* dan perangkat sistem dapat terhubung ke tabel *database* yang diteruskan dari MQTT *broker*.

Pada proses pengujian pengukuran jarak dilakukan dengan menentukan titik pengujian yang didapatkan melalui peletakan *point* melalui satelit *view*, mendapatkan hasil 100% pada jarak 1 sampai 100 meter yang diuji, sedangkan data diterima pada jarak 150 meter turun sebesar 50% dan pada jarak 200 meter data yang diterima mendapatkan data *loss* yaitu 0% paket yang dikirim tidak dapat terhubung pada jarak tersebut.

Kemudian pada proses penggunaan daya yang telah dilakukan sistem mengirimkan data satu arah dari sensor *node* ke *gateway* (*half-duplex*). Pengujian dilakukan pada perangkat yang menerima paket data setiap dua jam untuk satu kali pengiriman. Jumlah daya yang didapatkan oleh *power meter* yaitu sebesar 1,67 *Wh*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Arijuddin, A. Bhawiyuga, and K. Amron, “Pengembangan Sistem Perantara Pengiriman Data Menggunakan Modul Komunikasi LoRa dan Protokol MQTT Pada Wireless Sensor Network,” 2019. [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [2] A. Bhawiyuga and W. Yahya, “SISTEM MONITORING KUALITAS AIR KOLAM BUDIDAYA MENGGUNAKAN JARINGAN SENSOR NIRKABEL BERBASIS PROTOKOL LORA,” vol. 6, no. 1, pp. 99–106, 2019, doi: 10.25126/jtiik.201961292.
- [3] D. W. Firmansyah, M. Hannats, H. Ichsan, and A. Bhawiyuga, “Pengembangan Gateway LoRa-MQTT untuk Transmisi Data Dua Arah antara Wireless Sensor Network dan Cloud Server,” 2020. [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [4] M. Diana, R. Nazir, and A. Rufiyanto, “Harvesting RF Ambient Energy dari End Device LoRa (Long Range Access),” *JURNAL INFOTEL*, vol. 9, no. 4, p. 387, Nov. 2017, doi: 10.20895/infotel.v9i4.282.
- [5] Dragino, “Datasheet LG01S” Accessed: Dec. 21, 2022. [Online]. Available: [https://www.dragino.com/downloads/downloads/UserManual/LG01\\_LoRa\\_Gateway\\_User\\_Manual.pdf](https://www.dragino.com/downloads/downloads/UserManual/LG01_LoRa_Gateway_User_Manual.pdf)
- [6] H. A. Rochman, R. Primananda, and H. Nurwasito, “Sistem Kendali Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Protokol MQTT pada Smarthome,” 2017. [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>

