

Implementasi Artificial Intelligence dan Internet of Things pada Kit iMCLab Berbasis ESP32 Menggunakan MQTT Panel

Implementation of Artificial Intelligence and Internet of Things on ESP32-Based iMCLab Kit Using MQTT Panel

Deva Arya Pradana¹

Informatika, UPN "Veteran" Jawa Timur, Indonesia¹²

23081010067@student.upnjatim.ac.id¹

Abstrak

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah mendorong terciptanya sistem yang mampu melakukan pemantauan dan pengendalian perangkat secara real-time melalui jaringan internet. Integrasi IoT dengan Artificial Intelligence (AI) memungkinkan data yang diperoleh dari lingkungan fisik untuk dianalisis secara cerdas sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan yang lebih akurat dan otomatis. Pada penelitian ini dilakukan implementasi konsep IoT dan AI menggunakan kit iMCLab berbasis ESP32 yang dihubungkan dengan aplikasi IoT MQTT Panel sebagai media komunikasi dan monitoring. ESP32 digunakan sebagai perangkat utama untuk membaca data sensor, memproses data awal, serta mengirimkan data tersebut ke broker MQTT menggunakan protokol Message Queuing Telemetry Transport (MQTT). Aplikasi IoT MQTT Panel berfungsi sebagai dashboard untuk menampilkan data sensor secara real-time dan memberikan kontrol terhadap aktuator. Data hasil pengiriman MQTT selanjutnya dianalisis sebagai dasar penerapan AI, seperti analisis pola data dan prediksi sederhana. Hasil percobaan menunjukkan bahwa sistem berjalan dengan stabil dan kit iMCLab efektif digunakan sebagai media pembelajaran integratif antara IoT dan AI.

Kata kunci: Internet of Things, Artificial Intelligence, ESP32, MQTT, iMCLab.

Abstract

The development of Internet of Things (IoT) technology has driven the creation of systems capable of real-time monitoring and control of devices via the internet. The integration of IoT with Artificial Intelligence (AI) allows data obtained from the physical environment to be intelligently analyzed, supporting more accurate and automated decision-making. This research implements the IoT and AI concept using an ESP32-based iMCLab kit connected to an IoT MQTT Panel application as a communication and monitoring medium. The ESP32 is used as the primary device to read sensor data, process the initial data, and transmit it to an MQTT broker using the Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) protocol. The IoT MQTT Panel application functions as a dashboard to display sensor data in real-time and provide control over actuators. The data sent via MQTT is then analyzed as the basis for AI applications, such as data pattern analysis and simple predictions. Experimental results show that the system runs stably and the iMCLab kit is effective as an integrative learning medium for IoT and AI.

Keywords: Internet of Things, Artificial Intelligence, ESP32, MQTT, iMCLab.

Naskah diterima dd mm yyyy; direvisi dd mm yyyy; dipublikasi dd mm yyyy.
JATI is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi saat ini tidak terlepas dari peran Internet of Things (IoT) dan Artificial Intelligence (AI). IoT memungkinkan berbagai perangkat fisik untuk saling terhubung dan bertukar data melalui jaringan internet, sedangkan AI berperan dalam mengolah data tersebut agar dapat menghasilkan informasi yang bernalih dan mendukung pengambilan keputusan secara otomatis. Dalam bidang pendidikan, khususnya pada program studi informatika dan teknik komputer, pembelajaran berbasis praktik menjadi sangat penting agar mahasiswa tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga mampu mengimplementasikannya secara nyata. Salah satu media pembelajaran yang mendukung hal tersebut adalah kit iMCLab. Kit ini dirancang sebagai laboratorium mini berbasis mikrokontroler yang dilengkapi dengan berbagai sensor, aktuator, serta modul komunikasi.

Pada percobaan yang telah dilakukan, kit iMCLab berbasis ESP32 diintegrasikan dengan aplikasi IoT MQTT Panel menggunakan protokol MQTT. ESP32 dipilih karena memiliki kemampuan pemrosesan yang baik serta dukungan Wi-Fi terintegrasi. MQTT digunakan sebagai protokol komunikasi karena ringan dan efisien untuk sistem IoT. Melalui percobaan ini, mahasiswa dapat memahami alur kerja sistem IoT secara

menyeluruh, mulai dari pembacaan sensor, pengiriman data, hingga visualisasi data. Selain itu, data yang dihasilkan membuka peluang untuk penerapan AI sebagai pengembangan lanjutan.

Internet of Things merupakan konsep di mana objek atau perangkat fisik dilengkapi dengan sensor, aktuator, dan kemampuan komunikasi sehingga dapat terhubung ke internet. IoT memungkinkan pengumpulan data secara terus-menerus dari lingkungan sekitar dan mendukung sistem monitoring serta kontrol jarak jauh. Dalam implementasinya, IoT terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu perangkat keras, jaringan komunikasi, dan platform aplikasi. Artificial Intelligence adalah cabang ilmu komputer yang berfokus pada pengembangan sistem yang mampu meniru kecerdasan manusia, seperti belajar dari data, mengenali pola, dan mengambil keputusan. Dalam konteks IoT, AI digunakan untuk mengolah data sensor dalam jumlah besar sehingga dapat menghasilkan informasi yang lebih bermakna, seperti prediksi kondisi lingkungan atau deteksi anomali.

ESP32 adalah mikrokontroler yang dikembangkan oleh Espressif Systems dan banyak digunakan dalam pengembangan sistem IoT. ESP32 memiliki prosesor dual-core, memori yang cukup besar, serta modul Wi-Fi dan Bluetooth terintegrasi. Keunggulan ini menjadikan ESP32 sangat cocok digunakan sebagai node IoT yang mampu melakukan pemrosesan data dan komunikasi jaringan secara bersamaan. Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) merupakan protokol komunikasi berbasis model publish/subscribe. MQTT dirancang untuk perangkat dengan sumber daya terbatas dan jaringan yang tidak stabil. Dengan menggunakan broker sebagai perantara, MQTT memungkinkan pengiriman data secara efisien dan real-time. Oleh karena itu, protokol ini banyak digunakan dalam sistem IoT skala kecil hingga besar. Kit iMCLab merupakan perangkat pembelajaran berbasis mikrokontroler yang dirancang untuk menunjang praktikum di bidang IoT dan sistem cerdas. Kit ini dilengkapi dengan berbagai sensor dan aktuator yang dapat dikonfigurasi sesuai kebutuhan praktikum. Dengan adanya kit iMCLab, mahasiswa dapat melakukan eksperimen langsung terkait integrasi perangkat keras dan perangkat lunak.

2. Metode Penelitian

Metode Sistem yang dirancang pada penelitian ini terdiri dari ESP32 sebagai pusat kendali, sensor sebagai input data, broker MQTT sebagai server komunikasi, dan aplikasi IoT MQTT Panel sebagai antarmuka pengguna. ESP32 berperan sebagai publisher yang mengirimkan data sensor ke broker MQTT, sedangkan IoT MQTT Panel bertindak sebagai subscriber.



Gambar 1. Metode Penelitian

Tahap awal penelitian dilakukan dengan mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi dalam pembelajaran Internet of Things (IoT), khususnya terkait kurangnya media praktikum yang mampu mengintegrasikan perangkat keras, komunikasi data, dan analisis data secara cerdas. Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan suatu media pembelajaran berbasis IoT yang mudah diimplementasikan dan dapat dikembangkan ke arah Artificial Intelligence (AI).

Pada tahap studi literatur dilakukan studi literatur terhadap konsep Internet of Things (IoT), mikrokontroler ESP32, protokol MQTT, Artificial Intelligence, serta kit dokumentasi iMCLab dan aplikasi IoT MQTT Panel. Studi literatur bertujuan untuk memahami metode, teknologi, dan alat yang relevan sebagai dasar perancangan dan sistem implementasi.

Tahap perancangan sistem meliputi perancangan arsitektur IoT yang terdiri dari perangkat ESP32 sebagai node IoT, sensor sebagai sumber data, broker MQTT sebagai media komunikasi, dan aplikasi IoT MQTT Panel sebagai antarmuka monitoring. Selain itu, dirancang pula alur komunikasi data menggunakan metode publikasikan dan berlangganan pada protokol MQTT.

Pada tahap implementasi dilakukan implementasi sistem sesuai dengan rencana yang telah dibuat. ESP32 pada kit iMCLab diprogram menggunakan Arduino IDE untuk membaca data sensor dan mengirimkan data ke broker MQTT melalui jaringan Wi-Fi. Selanjutnya, aplikasi IoT MQTT Panel dikonfigurasikan untuk menerima dan menampilkan sensor data secara real-time serta memberikan kontrol terhadap perangkat.

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh komponen bekerja dengan baik. Pengujian meliputi koneksi ke jaringan Wi-Fi, keberhasilan pengiriman dan penerimaan data MQTT, serta tampilan data pada aplikasi IoT MQTT Panel. Pengujian dilakukan secara berulang untuk melihat ketebalan sistem. Pada tahap implementasi sistem, ESP32 pada kit iMCLab diprogram menggunakan Arduino IDE dan library WiFi serta PubSubClient. Program ini berfungsi untuk menghubungkan ESP32 ke jaringan Wi-Fi dan broker MQTT publik, kemudian menerima perintah dari aplikasi IoT MQTT Panel melalui mekanisme berlangganan pada topik tertentu. ESP32 bertindak sebagai pelanggan yang menerima payload berupa karakter '1' dan '0'. Payload '1' digunakan untuk mengaktifkan aktuator berupa motor DC dan LED, sedangkan payload '0' digunakan untuk mematikan aktuator tersebut. Pengendalian motor DC dilakukan menggunakan metode Pulse Width Modulation (PWM) untuk mengatur kecepatan motor.

Tahap akhir penelitian adalah analisis hasil pengujian sistem. Data yang diperoleh dari pengujian dianalisis untuk menilai kinerja sistem IoT yang dibangun. Selain itu, dilakukan pembahasan mengenai potensi pemanfaatan data sensor sebagai dasar penerapan Artificial Intelligence, seperti analisis pola dan prediksi sederhana. Berdasarkan hasil analisis tersebut, ditarik kesimpulan mengenai keberhasilan implementasi sistem.

3. Hasil dan Pembahasan

Implementasi sistem IoT pada penelitian ini direalisasikan melalui pemrograman mikrokontroler ESP32 yang terpasang pada kit iMCLab. Program dikembangkan menggunakan Arduino IDE dengan memanfaatkan library *WiFi.h* dan *PubSubClient.h* untuk mendukung koneksi jaringan dan komunikasi MQTT. ESP32 dikonfigurasikan untuk terhubung ke jaringan Wi-Fi dan broker MQTT publik (*broker.emqx.io*). Setelah berhasil terhubung, ESP32 melakukan proses *subscribe* pada topik tertentu sehingga dapat menerima perintah dari aplikasi IoT MQTT Panel. Perintah yang diterima berupa payload karakter '1' dan '0' yang digunakan untuk mengendalikan aktuator. Pengendalian aktuator meliputi LED dan motor DC. Motor DC dikontrol menggunakan metode Pulse Width Modulation (PWM) untuk mengatur kecepatan putaran motor. Ketika ESP32 menerima payload '1', sistem akan mengaktifkan LED dan motor DC, sedangkan payload '0' digunakan untuk mematikan LED dan menghentikan motor DC.

Potongan kode utama yang digunakan untuk menerima dan memproses pesan MQTT ditunjukkan pada bagian berikut.

```
void receivedCallback(char* topic, byte* payload, unsigned int length) {  
  
    /* we got '1' -> MotorOn() */  
    if ((char)payload[0] == '1') {  
        | | | MotorOn();  
        | | | Serial.println("Motor On");  
    }  
  
    /* we got '0' -> Motoroff */  
    if ((char)payload[0] == '0') {  
        | | | MotorOff();  
        | | | Serial.println("Motor Off");  
    }  
}
```

Gambar 2.Potongan Kode

Potongan kode di atas menunjukkan mekanisme komunikasi berbasis MQTT pada ESP32, di mana perangkat menerima pesan dari broker dan mengeksekusi perintah sesuai dengan payload yang diterima. Pendekatan ini memungkinkan pengendalian perangkat secara real-time melalui aplikasi IoT MQTT Panel. Semua kode yang ada nantinya akan diupload sampai proses done.



Gambar 3. Tampilan aplikasi MQTT Panel

Gambar diatas merupakan tampilan aplikasi IoT MQTT Panel pada layar handphone. Dalam aplikasi ini client id harus sama dengan client subscribe yang ada pada kode. Jika sudah memenuhi semua maka akan tampil gambar awan kuning pada bagian atas. Untuk pengaplikasianya, Jika tombol On Off nya dinyalakan maka kit iMCLab nya akan berjalan. dan juga sebaliknya, jika tombolnya dikembalikan off maka kit iMCLab akan berhenti.

Berdasarkan hasil percobaan, sistem IoT yang dibangun menggunakan kit iMCLab dan ESP32 dapat berjalan dengan baik. ESP32 berhasil terhubung ke jaringan Wi-Fi dan broker MQTT, serta mampu mengirimkan data sensor secara real-time. Data yang dikirimkan dapat diterima dan ditampilkan dengan baik pada aplikasi IoT MQTT Panel. Implementasi ini menunjukkan bahwa kit iMCLab sangat efektif digunakan sebagai media pembelajaran IoT. Selain itu, data sensor yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai dataset awal untuk penerapan AI. Sebagai contoh, data lingkungan dapat dianalisis untuk mengenali pola tertentu atau digunakan sebagai dasar prediksi kondisi di masa mendatang.

Dengan demikian, integrasi IoT dan AI pada kit iMCLab memberikan pengalaman pembelajaran yang komprehensif, mulai dari pemrograman mikrokontroler, komunikasi data, hingga analisis data cerdas.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kit iMCLab berbasis ESP32 berhasil diimplementasikan sebagai media pembelajaran dan eksperimen Internet of Things (IoT) yang terintegrasi dengan sistem komunikasi MQTT. Sistem yang dibangun mampu menghubungkan perangkat ESP32 ke jaringan Wi-Fi dan broker MQTT, serta melakukan komunikasi data secara real-time dengan aplikasi IoT MQTT Panel sebagai antarmuka monitoring dan kontrol.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa ESP32 dapat berfungsi dengan baik sebagai node IoT yang melakukan proses berlangganan terhadap topik MQTT tertentu dan mengeksekusi perintah yang diterima dalam bentuk payload. Perintah berupa nilai '1' dan '0' berhasil digunakan untuk mengendalikan aktuator berupa LED dan motor DC secara jarak jauh. Pengendalian motor DC menggunakan metode Pulse Width Modulation (PWM) memungkinkan pengaturan kecepatan motor secara fleksibel dan efisien sesuai dengan perintah yang diterima.

Penggunaan protokol MQTT pada sistem ini terbukti efektif karena bersifat ringan, cepat, dan sesuai untuk perangkat dengan sumber daya terbatas seperti ESP32. Integrasi dengan aplikasi IoT MQTT Panel memberikan kemudahan dalam proses monitoring dan kontrol perangkat, sehingga sistem dapat dioperasikan secara real-time tanpa memerlukan antarmuka yang kompleks. Hal ini menunjukkan bahwa kit iMCLab sangat sesuai digunakan sebagai media praktikum untuk memahami konsep dasar hingga lanjutan pada sistem IoT.

Selain itu, sistem IoT yang dibangun memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut ke arah penerapan Artificial Intelligence (AI). Sensor data dan riwayat pesan yang dikirimkan melalui MQTT dapat dimanfaatkan sebagai dataset untuk analisis pola, pengambilan keputusan berdasarkan aturan (rule-based), maupun prediksi sederhana. Dengan demikian, integrasi IoT dan AI pada kit iMCLab tidak hanya mendukung pembelajaran teknis, tetapi juga menjadi dasar pengembangan sistem cerdas berbasis data.

Sebagai pengembangan ke depan, sistem ini dapat ditingkatkan dengan penambahan penyimpanan data berbasis cloud, penerapan algoritma pembelajaran mesin, serta pengembangan dashboard monitoring yang lebih interaktif. Pengembangan tersebut diharapkan dapat meningkatkan fungsionalitas sistem sekaligus memperluas pemanfaatan kit iMCLab sebagai platform pembelajaran dan penelitian di bidang Internet of Things dan Artificial Intelligence.

Daftar Pustaka

- [1] K. Ashton, "Hal 'Internet of Things' Itu," *Jurnal RFID*, vol. 22, no. 7, hlm. 97–114, 2009.
- [2] J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic, dan M. Palaniswami, "Internet of Things (IoT): Sebuah Visi, Elemen Arsitektur, dan Arah Masa Depan," *Future Generation Computer Systems*, vol. 29, no. 7, hlm. 1645–1660, 2013.
- [3] A. Al-Fuqaha, M. Guizani, M. Mohammadi, M. Aledhari, dan M. Ayyash, "Internet of Things: Survei tentang Teknologi Pendukung, Protokol, dan Aplikasi," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 17, no. 4, hlm. 2347–2376, 2015.
- [4] A. Banks dan R. Gupta, "MQTT Versi 3.1.1," Standar OASIS, 2014.
- [5] Espressif Systems, "Lembar Data Seri ESP32," Espressif Systems, 2023.
- [6] RK Kodali dan S. Soratkal, "Sistem Otomasi Rumah Berbasis MQTT Menggunakan ESP8266," dalam *Prosiding Simposium IEEE Wilayah 10 (TENSYMP)*, 2017, hlm. 1–5.
- [7] D. Locke, "Spesifikasi Protokol MQ Telemetry Transport (MQTT) v3.1," IBM DeveloperWorks, 2010.
- [8] S. Russell dan P. Norvig, *Kecerdasan Buatan: Pendekatan Modern*, edisi ke-4. Upper Saddle River, NJ, AS: Pearson, 2021.
- [9] CM Bishop, *Pengenalan Pola dan Pembelajaran Mesin*. New York, NY, AS: Springer, 2006.
- [10] J. Han, M. Kamber, dan J. Pei, *Data Mining: Concepts and Techniques*, edisi ke-3. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann, 2012.
- [11] K. Zhao dan L. Ge, "Sebuah Survei tentang Keamanan Internet of Things," dalam *Prosiding Konferensi Internasional tentang Kecerdasan Komputasi dan Keamanan*, 2013, hlm. 663–667.
- [12] A. Kurniawan, *Internet of Things: Teori dan Implementasi*. Jakarta, Indonesia: Elex Media Komputindo, 2018.
- [13] A. Wibowo dan A. Nugroho, "Implementasi Sistem Monitoring Berbasis IoT Menggunakan ESP32 dan MQTT," *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 15, tidak. 2, hlm.85–92, 2020.
- [14] E. Suryani dan R. Pratama, "Pengembangan Media Pembelajaran IoT Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, vol. 28, tidak. 1, hlm. 45–53, 2021.
- [15] EMQ Technologies, "Dokumentasi Broker MQTT EMQX," 2023.
- [16] Arduino, "Panduan Pemrograman Arduino IDE dan ESP32," Dokumentasi Resmi Arduino, 2023.
- [17] M. Chiang dan T. Zhang, "Kabut dan IoT: Tinjauan Peluang Penelitian," *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 3, no. 6, hlm. 854–864, 2016.
- [18] L. Da Xu, W. He, dan S. Li, "Internet of Things di Industri: Sebuah Survei," *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 10, no. 4, hlm. 2233–2243, 2014.
- [19] P. Sethi dan SR Sarangi, "Internet of Things: Arsitektur, Protokol, dan Aplikasi," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 2017, hlm. 1–25, 2017.
- [20] R. Buyya, SN Srirama, dan G. Casale, "Manifesto untuk Komputasi Awan Generasi Masa Depan," *ACM Computing Surveys*, vol. 51, no. 5, hlm. 1–38, 2019.