

LAPORAN EAS MIKROKONTROLER
MQTT, Monitoring PWM-RPM, dan LSTM

“Disusun untuk memenuhi tugas Mata Kuliah Mikrokontroler”



Dosen Pengampu:

Dr. Basuki Rahmat, S.Si. M.

Oleh:

1. PUNTO AJI BHIRAWA (22081010321)

PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JAWA TIMUR
2025

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	2
DAFTAR GAMBAR.....	4
1. Latar Belakang.....	5
2. Pembahasan.....	6
Gambar 2.1 Konfigurasi dengan IoT MQTT Panel.....	6
b. Monitoring PWM-RPM.....	7
Gambar 2.2 Dashboard PWM-RPM.....	7
Gambar 2.3 Pengujian Sistem.....	8
c. Mikrokontroler dengan LSTM.....	9
Gambar 2.4 Pengujian & Grafik LSTM.....	10
Gambar 2.5 Serial Monitor LSTM.....	11
3. Penutup.....	11

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konfigurasi dengan IoT MQTT Panel.....	5
Gambar 2.2 Dashboard PWM-RPM.....	6
Gambar 2.3 Pengujian Sistem.....	7
Gambar 2.4 Pengujian & Grafik LSTM.....	9
Gambar 2.5 Serial Monitor LSTM.....	10

1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi mikrokontroler dan Internet of Things (IoT) mengalami kemajuan yang sangat pesat dalam beberapa tahun terakhir. Mikrokontroler tidak lagi hanya digunakan sebagai pengendali perangkat elektronik sederhana, tetapi telah berkembang menjadi sistem cerdas yang mampu terhubung dengan jaringan internet, melakukan pertukaran data secara real-time, serta mendukung pengambilan keputusan otomatis. Kondisi ini mendorong lahirnya berbagai inovasi di bidang otomasi, smart home, industri, dan sistem monitoring berbasis digital.

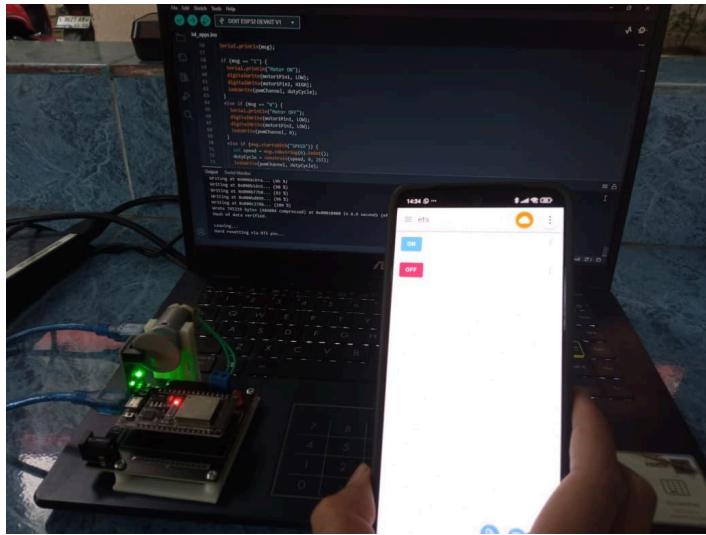
Seiring dengan perkembangan IoT, kebutuhan akan sistem komunikasi data yang ringan, cepat, dan andal menjadi sangat penting. Salah satu protokol yang banyak digunakan adalah Message Queuing Telemetry Transport (MQTT). Protokol ini dirancang khusus untuk perangkat dengan sumber daya terbatas, seperti mikrokontroler. Dengan memanfaatkan MQTT dan aplikasi pendukung seperti IoT MQTT Panel, pengguna dapat melakukan pengendalian perangkat elektronik dari jarak jauh secara efisien dan mudah.

Selain pengendalian perangkat, visualisasi data dan antarmuka pengguna juga menjadi aspek penting dalam sebuah sistem IoT. Dashboard digital memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi sistem serta mengatur parameter tertentu, seperti kecepatan putaran motor (RPM), secara real-time. Dengan adanya dashboard, interaksi antara pengguna dan sistem menjadi lebih intuitif, informatif, dan terstruktur.

Di sisi lain, perkembangan kecerdasan buatan, khususnya machine learning, turut membuka peluang integrasi antara algoritma cerdas dan sistem embedded. Salah satu algoritma yang banyak digunakan untuk pengolahan data runtun waktu (time series) adalah Long Short-Term Memory (LSTM). Integrasi LSTM dengan mikrokontroler memungkinkan sistem tidak hanya bersifat reaktif, tetapi juga prediktif dan adaptif. Oleh karena itu, proyek ini menggabungkan konsep IoT, dashboard kontrol, dan machine learning sebagai upaya memahami penerapan teknologi cerdas pada sistem mikrokontroler secara menyeluruh.

2. Pembahasan

a. Mikrokontroler dengan IoT MQTT Panel



Gambar 2.1 Konfigurasi dengan IoT MQTT Panel

Foto ini memperlihatkan implementasi sistem Internet of Things (IoT) berbasis mikrokontroler yang terhubung dengan aplikasi IoT MQTT Panel. Sistem ini memanfaatkan koneksi internet sebagai media komunikasi antara pengguna dan perangkat keras. Mikrokontroler (ESP32) berfungsi sebagai pusat kendali yang menerima perintah dari aplikasi melalui protokol MQTT.

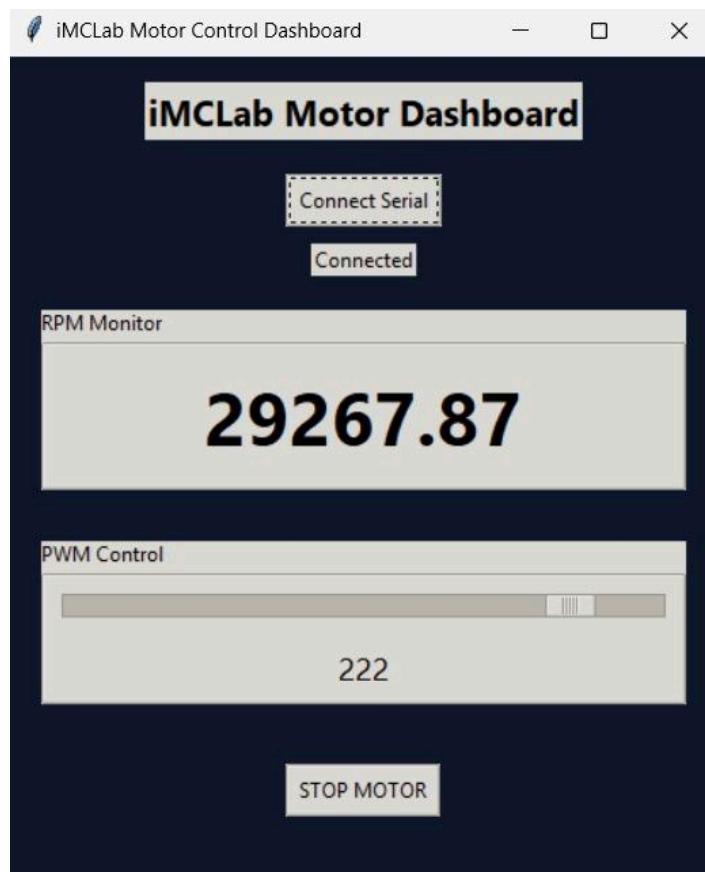
Pada sisi perangkat lunak, terlihat kode program yang dijalankan pada ESP32 untuk mengatur koneksi WiFi dan komunikasi dengan broker MQTT publik. Protokol MQTT dipilih karena ringan, efisien, dan cocok untuk sistem IoT yang membutuhkan pertukaran data secara real-time dengan latensi rendah. Perintah yang dikirim dari aplikasi akan diterjemahkan oleh mikrokontroler sebagai logika ON atau OFF.

Aplikasi IoT MQTT Panel pada smartphone berperan sebagai antarmuka pengguna (user interface). Melalui aplikasi ini, pengguna dapat menekan tombol virtual untuk mengontrol perangkat seperti dinamo atau lampu dari jarak jauh. Setiap interaksi pengguna akan mengirimkan pesan MQTT ke topik tertentu yang kemudian dibaca oleh ESP32.

Dengan sistem ini, proses pengendalian perangkat listrik tidak lagi membutuhkan kontak fisik secara langsung. Implementasi ini menunjukkan

bahwa teknologi IoT mampu meningkatkan fleksibilitas, efisiensi, dan kemudahan dalam pengendalian sistem berbasis mikrokontroler, khususnya untuk aplikasi smart device dan otomasi jarak jauh.

b. Monitoring PWM-RPM



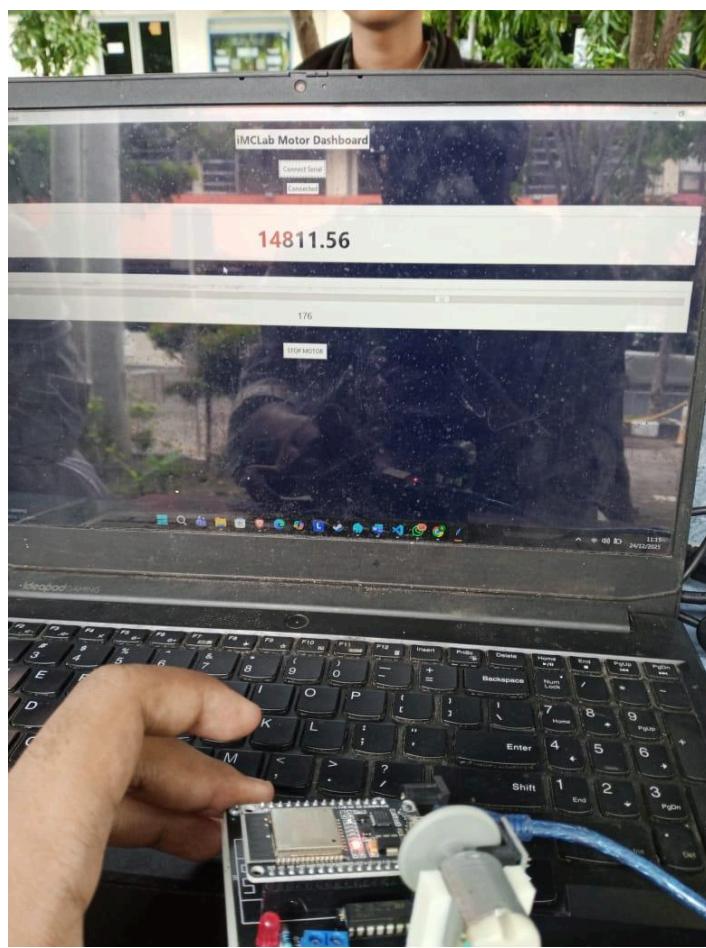
Gambar 2.2 Dashboard PWM-RPM

Foto ini menampilkan sebuah dashboard monitoring motor DC yang digunakan untuk mengatur dan memantau kecepatan putaran motor. Dashboard ini berfungsi sebagai Human Machine Interface (HMI) yang menghubungkan pengguna dengan sistem mikrokontroler melalui komputer. Nilai RPM ditampilkan secara numerik untuk memudahkan pengamatan kondisi motor.

Pada dashboard terdapat slider PWM yang memungkinkan pengguna mengatur besar sinyal PWM yang dikirim ke motor. PWM (Pulse Width Modulation) digunakan sebagai metode pengaturan kecepatan motor dengan cara mengubah rasio duty cycle. Semakin besar nilai PWM, semakin cepat motor berputar, yang tercermin pada nilai RPM.

Selain itu, terdapat tombol STOP MOTOR yang berfungsi sebagai sistem pengaman. Tombol ini memungkinkan pengguna menghentikan motor secara langsung apabila terjadi kondisi yang tidak diinginkan. Hal ini penting dalam sistem kendali motor untuk mencegah kerusakan perangkat maupun risiko keselamatan.

Dashboard ini menunjukkan integrasi antara pemrograman, komunikasi data, dan kontrol motor. Dengan tampilan yang informatif dan interaktif, pengguna dapat memahami hubungan antara input PWM dan output RPM secara langsung, sehingga sistem ini efektif sebagai media pembelajaran dan pengujian motor DC.



Gambar 2.3 Pengujian Sistem

Foto ini memperlihatkan pengujian langsung sistem monitoring PWM–RPM yang telah dirangkai. Terlihat motor DC, rangkaian driver, serta

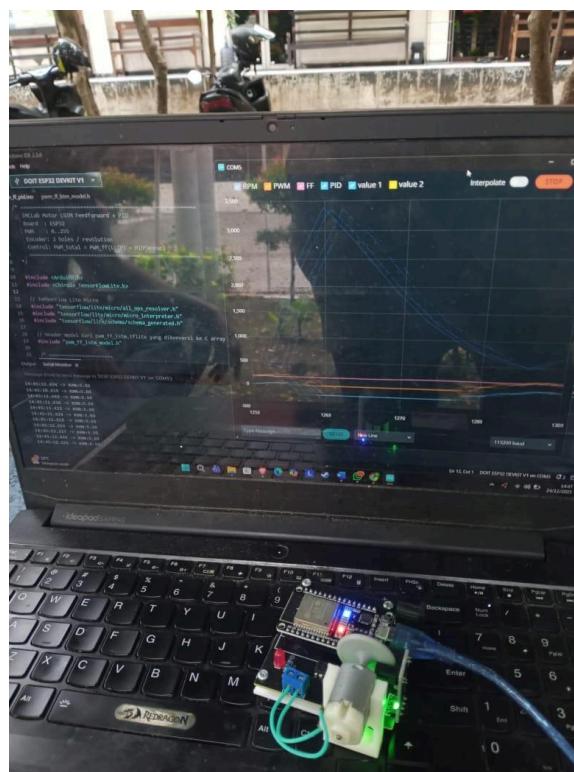
mikrokontroler yang terhubung ke laptop. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa sistem bekerja sesuai dengan perancangan yang telah dibuat.

Pada layar laptop, nilai RPM ditampilkan secara real-time dan berubah sesuai dengan input PWM yang diberikan melalui dashboard. Hal ini menunjukkan bahwa sensor kecepatan dan sistem pembacaan data berjalan dengan baik. Data RPM yang terbaca merupakan hasil umpan balik dari motor ke sistem kontrol.

Pengujian ini bertujuan untuk memverifikasi hubungan linier maupun non-linier antara PWM dan RPM. Dengan melakukan variasi nilai PWM, pengguna dapat mengamati karakteristik motor DC, termasuk respon kecepatan dan kestabilannya pada berbagai kondisi kerja.

Hasil pengujian ini membuktikan bahwa sistem mampu mengendalikan dan memonitor motor secara akurat. Integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak berjalan dengan baik, sehingga sistem layak digunakan sebagai dasar untuk pengembangan kontrol motor yang lebih lanjut.

c. Mikrokontroler dengan LSTM



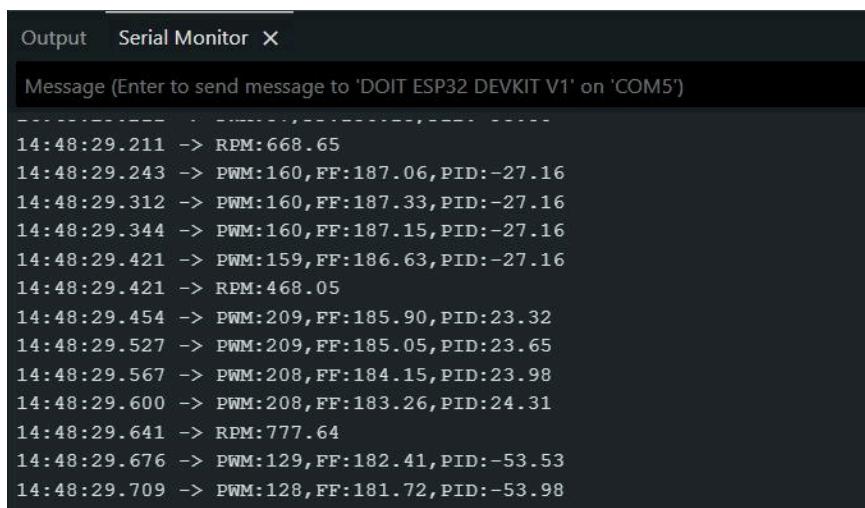
Gambar 2.4 Pengujian & Grafik LSTM

Foto ini menampilkan hasil pemodelan dan visualisasi data menggunakan Long Short-Term Memory (LSTM). LSTM merupakan salah satu metode deep learning yang dirancang untuk memproses data deret waktu (time-series). Dalam konteks ini, LSTM digunakan untuk mempelajari pola perubahan data motor, seperti RPM terhadap waktu.

Grafik yang ditampilkan menunjukkan hasil pelatihan atau prediksi model LSTM berdasarkan data historis yang diperoleh dari sistem motor. Model ini mampu mengenali pola dinamis sistem yang sulit ditangani oleh metode kontrol konvensional. Dengan demikian, LSTM dapat digunakan untuk prediksi maupun peningkatan performa kontrol.

Integrasi LSTM dengan mikrokontroler menunjukkan pendekatan kontrol cerdas (intelligent control). Data dari sensor dikirim dan diproses untuk menghasilkan keputusan atau prediksi yang lebih adaptif terhadap perubahan kondisi sistem, seperti beban motor atau fluktuasi kecepatan.

Penggunaan LSTM dalam sistem mikrokontroler membuktikan bahwa teknologi kecerdasan buatan dapat diterapkan pada sistem embedded. Pendekatan ini membuka peluang pengembangan sistem kontrol yang lebih akurat, adaptif, dan efisien dibandingkan metode kontrol klasik.



The screenshot shows a terminal window titled "Serial Monitor". The title bar includes tabs for "Output" and "Serial Monitor" with a close button "X". Below the title bar is a message line: "Message (Enter to send message to 'DOIT ESP32 DEVKIT V1' on 'COM5')". The main area of the window displays a series of text messages representing sensor data. Each message consists of a timestamp followed by an arrow, a variable name, its value, and additional parameters. The data is as follows:

```
14:48:29.211 -> RPM:668.65
14:48:29.243 -> PWM:160,FF:187.06,PID:-27.16
14:48:29.312 -> PWM:160,FF:187.33,PID:-27.16
14:48:29.344 -> PWM:160,FF:187.15,PID:-27.16
14:48:29.421 -> PWM:159,FF:186.63,PID:-27.16
14:48:29.421 -> RPM:468.05
14:48:29.454 -> PWM:209,FF:185.90,PID:23.32
14:48:29.527 -> PWM:209,FF:185.05,PID:23.65
14:48:29.567 -> PWM:208,FF:184.15,PID:23.98
14:48:29.600 -> PWM:208,FF:183.26,PID:24.31
14:48:29.641 -> RPM:777.64
14:48:29.676 -> PWM:129,FF:182.41,PID:-53.53
14:48:29.709 -> PWM:128,FF:181.72,PID:-53.98
```

Gambar 2.5 Serial Monitor LSTM

Foto ini memperlihatkan tampilan Serial Monitor Arduino yang menampilkan data hasil proses kontrol secara real-time. Data yang ditampilkan meliputi nilai RPM aktual, nilai PWM, error, serta output kontrol. Informasi ini sangat penting untuk menganalisis performa sistem.

Nilai error menunjukkan selisih antara nilai referensi (setpoint) dan nilai aktual RPM. Data ini digunakan sebagai dasar perhitungan dalam sistem kontrol tertutup (closed-loop). Dengan adanya umpan balik, sistem dapat melakukan koreksi secara otomatis untuk mencapai nilai yang diinginkan.

Pada sistem ini, LSTM dikombinasikan dengan metode kontrol lain seperti PID untuk meningkatkan kestabilan dan respons sistem. LSTM membantu memprediksi perilaku sistem, sementara PID menangani koreksi secara langsung berdasarkan error yang terjadi.

Hasil yang ditampilkan pada Serial Monitor menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja secara real-time dan adaptif. Hal ini menandakan keberhasilan integrasi antara mikrokontroler, sensor, dan kecerdasan buatan dalam satu sistem kontrol yang kompleks.

3. Penutup

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem mikrokontroler yang dikembangkan pada penelitian ini berhasil mengintegrasikan teknologi IoT, sistem monitoring dan kontrol motor, serta kecerdasan buatan. Setiap proyek yang dibuat menunjukkan fungsi dan tujuan yang berbeda, namun saling berkaitan dalam mendukung pengembangan sistem kendali yang modern dan adaptif.

Implementasi sistem IoT berbasis protokol MQTT memungkinkan pengendalian perangkat listrik seperti dinamo dan lampu secara jarak jauh melalui aplikasi IoT MQTT Panel. Sistem ini terbukti mampu menerima dan mengeksekusi perintah secara real-time dengan komunikasi yang stabil. Penggunaan MQTT sebagai protokol komunikasi menunjukkan efisiensi dan keandalan dalam pertukaran data pada sistem IoT berbasis mikrokontroler.

Pada sistem monitoring dan kontrol motor DC, penggunaan PWM sebagai metode pengaturan kecepatan motor serta pembacaan RPM sebagai umpan balik berhasil diimplementasikan dengan baik. Dashboard monitoring yang dikembangkan mampu menampilkan data RPM secara real-time dan memberikan kontrol yang intuitif bagi pengguna. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perubahan nilai PWM berpengaruh langsung terhadap kecepatan motor, sehingga sistem dapat dikategorikan berjalan sesuai dengan perancangan.

Integrasi metode kecerdasan buatan menggunakan Long Short-Term Memory (LSTM) pada mikrokontroler memberikan pendekatan kontrol yang lebih cerdas dan adaptif. LSTM mampu mempelajari pola data time-series dari sistem motor dan membantu meningkatkan performa kontrol melalui prediksi perilaku sistem. Kombinasi LSTM dengan sistem kontrol tertutup menunjukkan potensi besar dalam pengembangan sistem embedded yang lebih akurat dan responsif.

Secara keseluruhan, proyek ini membuktikan bahwa penerapan IoT, sistem monitoring berbasis mikrokontroler, dan kecerdasan buatan dapat saling terintegrasi dengan baik dalam satu kesatuan sistem. Hasil yang diperoleh diharapkan dapat menjadi dasar untuk pengembangan lebih lanjut, seperti optimalisasi algoritma kontrol, peningkatan akurasi model LSTM, serta penerapan sistem pada skala dan aplikasi yang lebih luas di bidang otomasi dan smart system.