

Aplikasi Kit iTCLab sebagai Alat Belajar Internet of Things

Kit iTCLab Application as a Learning Tool for the Internet of Things

¹Asrul Maulana*, ²Basuki Rahmat, ³Matalangi

¹Program Studi Teknik Informatika, Universitas Handayani Makassar

²Program Studi Magister Teknologi Informasi, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

³Program Studi Sistem Komputer, Universitas Handayani Makassar

^{1,3}Jl. Adhiyaksa Baru No.1, Pandang, Kec.Panakukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia

²Jl. Raya Rungkut Madya No. 1 Gunung Anyar, Surabaya, Jawa Timur Indonesia

*e-mail: asrulmaulana737@gmail.com

(*received:* 30 January 2025, *revised:* 15 February 2025, *accepted:* 16 February 2025)

Abstrak

Pesatnya perkembangan Internet of Things (IoT) telah membuka peluang bagi inovasi transformatif dalam berbagai sektor pembelajaran berbasis teknologi Smart Kit. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menerapkan Kit Internet-Based Temperature Control Lab (iTCLab) sebagai alat bantu belajar IoT yang interaktif. Aplikasi iTCLab dirancang untuk memungkinkan pengguna mengontrol dan memonitor suhu secara real-time melalui platform berbasis internet. Sistem ini memanfaatkan sensor suhu, aktuator pemanas, Mikrokontroler ESP32, dan koneksi internet. Pengujian dilakukan melalui pembelajaran mata kuliah Mikrokontroler di Program Studi Informatika. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan Kit iTCLab sangat membantu para mahasiswa dalam memahami dan menguasai praktek pemrograman IoT praktis. Dengan demikian, Kit iTCLab dapat menjadi solusi inovatif dalam mendukung pembelajaran IoT yang lebih efektif dan efisien.

Kata kunci: pembelajaran IoT suhu, ESP32, kontrol suhu, pemantauan jarak jauh

Abstract

The rapid advancement of the Internet of Things (IoT) has created opportunities for transformative innovations in various technology-based learning sectors, particularly through Smart Kits. This study aims to develop and implement the Internet-Based Temperature Control Lab (iTCLab) Kit as an interactive learning tool for IoT. The iTCLab application is designed to enable users to monitor and control temperature in real-time via an internet-based platform. The system utilizes temperature sensors, heating actuators, an ESP32 microcontroller, and an internet connection. Testing was conducted through the Microcontroller course in the Informatics Study Program. The results indicate that the iTCLab Kit significantly enhances students' understanding and mastery of practical IoT programming. Thus, the iTCLab Kit serves as an innovative solution to support more effective and efficient IoT learning.

Keywords: temperature IoT learning kit, ESP32, temperature control, remote monitoring

1 Pendahuluan

Perkembangan pesat Internet of Things (IoT) telah melahirkan beragam inovasi di berbagai sektor. Konsep seperti kembaran digital dan industri 4.0 adalah beberapa contoh konkret bagaimana Internet of Things mengubah cara manusia berkomunikasi bersama teknologi [1]. IoT memungkinkan kita untuk mengoptimalkan dan mengelola berbagai aspek kehidupan, mulai dari rumah pintar hingga pabrik cerdas, dengan menghubungkan berbagai perangkat dan mengumpulkan data secara real-time. Misalnya, kembaran digital adalah representasi virtual dari benda fisik yang dapat digunakan untuk simulasi, analisis, dan pengambilan keputusan. Sementara industri 4.0 adalah era baru industrialisasi yang ditandai dengan otomatisasi tinggi, integrasi data, dan teknologi cyber-physical systems. Seiring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat akan manfaat dari layanan dan fasilitas internet yang terhubung, peningkatan konektivitas IoT telah mendorong pertumbuhan pengguna internet secara

<http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>

signifikan [2]. Dengan kata lain, IoT tidak hanya menghubungkan perangkat tetapi juga menawarkan cara baru untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan kualitas hidup.

Untuk mengumpulkan dan berbagi data, IoT menghubungkan berbagai perangkat fisik dalam satu jaringan di seluruh dunia yang memiliki sensor untuk mengumpulkan data dan perangkat lunak untuk mengolahnya, serta konektivitas jaringan, yang memungkinkan mereka berkoneksi satu sama lain. Sederhananya, IoT adalah ide bahwa item sehari-hari, seperti peralatan rumah tangga dan mesin industri, terhubung ke internet memungkinkan mereka untuk saling berinteraksi dan berkomunikasi [3]. Hal ini disebabkan oleh banyaknya potensi yang dapat dicapai oleh teknologi IoT [4]. Salah satunya adalah penggunaan perangkat IoT untuk pengendalian suhu dari jarak jauh berupa Kit Internet-Based Temperature Control Lab (iTCLab). Ini akan memungkinkan pengumpulan data secara real time, pengiriman ke platform cloud, dan memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengontrol sistem melalui antarmuka web atau aplikasi mobile [5], [6], [7], [8], [9], [10].

Sistem IoT adalah jaringan perangkat keras yang terhubung ke internet. Mereka memiliki kemampuan untuk mengirim dan menerima data, dan ini memungkinkan dunia fisik untuk terhubung dengan sistem digital [11]. Perangkat keras IoT terdiri dari tiga bagian utama: perangkat keras, koneksi internet, dan pusat data cloud. Perangkat keras, yang terdiri dari sensor, aktuator, dan mikrokontroler, bertugas mendeteksi, mengirim, dan menerima sinyal. Untuk menghubungkan perangkat IoT ke internet, infrastruktur komunikasi seperti Wi-Fi, Ethernet, MQTT Broker, atau LoRaWAN diperlukan [12], [13]. Gateway pintar biasanya digunakan untuk mengelola koneksi dan meningkatkan lapisan keamanan. Untuk menyimpan dan mengolah data dari perangkat IoT, pusat data cloud menawarkan infrastruktur yang fleksibel dan skalabel untuk menangani volume data besar, dan memungkinkan integrasi dan mengambil keputusan secara real-time [14]. Banyak sistem produksi menggunakan cloud sebagai infrastruktur IT mereka karena skalabilitas, kemudahan akses, kolaborasi, dan fleksibilitas sumber daya IT yang ditawarkan oleh IoT [15]. Dalam industri manufaktur dan pertanian, cloud membantu memantau kinerja mesin dan kondisi lingkungan untuk memberikan saran dan mendeteksi masalah. Sistem IoT membuat jaringan perangkat cerdas dan terhubung yang dapat mengubah banyak aspek kehidupan kita dengan mengintegrasikan hardware, koneksi internet, dan pusat data cloud [16].

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Alat Bantu Pembelajaran IoT berupa Kit iTCLab. Dengan aplikasi mobile IoT MQTT Panel, dapat dilihat dan diatur suhu dari Kit iTCLab dari jarak jauh. Selanjutnya dari penelitian ini, akan ditunjukkan bagaimana kit ini dapat digunakan sebagai alat bantu pembelajaran IoT, terutama untuk perancangan dan pengendalian suhu dari Kit iTCLab dari jarak jauh menggunakan kontroler On/Off.

2 Tinjauan Literatur

Kemajuan teknologi Internet of Things (IoT) telah menciptakan peluang baru di berbagai sektor, termasuk dalam pemantauan dan pengendalian suhu secara real-time. Penelitian oleh Rahmat et al.[5] membahas sistem pengendalian suhu berbasis IoT dengan menggunakan iTCLab. Sistem ini menggunakan sensor suhu, aktuator pemanas, dan mikrokontroler ESP32 yang dikontrol melalui protokol komunikasi Message Queuing Telemetry Transport (MQTT). Selain itu Sistem ini memanfaatkan kontroler Proportional-Integral-Derivative (PID) untuk mempertahankan suhu agar tetap stabil sesuai dengan setpoint yang ditetapkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan kendali PID pada iTCLab mampu memberikan kestabilan suhu yang lebih baik dan dapat diakses secara jarak jauh melalui aplikasi mobile berbasis IoT [17]

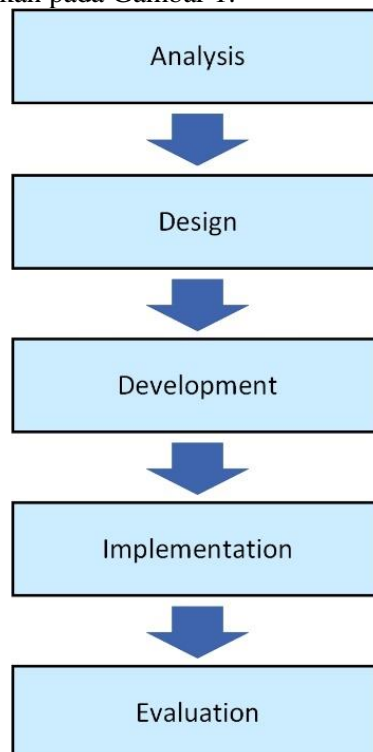
Meskipun penelitian tersebut telah membuktikan efektivitas sistem dalam mengontrol suhu secara presisi, pendekatan yang digunakan masih berfokus pada aspek teknis dalam konteks industri. Penggunaan iTCLab dalam lingkungan pendidikan, khususnya sebagai alat bantu pembelajaran IoT, belum banyak dibahas secara mendalam. Studi terbaru yang dilakukan oleh Maulana et al. mencoba mengembangkan konsep ini lebih lanjut dengan mengadaptasi sistem iTCLab sebagai alat pembelajaran bagi mahasiswa informatika. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang lebih menitikberatkan pada keandalan kontrol suhu, penelitian ini menyoroti implementasi iTCLab dalam proses belajar-mengajar, terutama dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa mengenai pemrograman IoT secara praktis.

Kit iTCLab yang dikembangkan dalam penelitian Maulana et al. mengintegrasikan sensor suhu TMP36, aktuator pemanas berbasis transistor TIP120, dan mikrokontroler ESP32. Sistem ini memungkinkan mahasiswa untuk Penelitian ini mengimplementasikan pemantauan dan pengendalian suhu jarak jauh melalui panel IoT MQTT. Penelitian ini mengadopsi model ADDIE (Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi) sebagai pendekatan dalam proses penelitian dan pengembangan. sehingga sistem dapat diuji secara bertahap dalam lingkungan akademik. Hasil awal menunjukkan bahwa penggunaan iTCLab sebagai alat pembelajaran IoT memberikan manfaat signifikan dalam membantu mahasiswa memahami konsep dasar pemrograman dan sistem kontrol berbasis IoT. Namun, penelitian ini masih terbatas pada penerapan metode kontrol sederhana berbasis On/Off, yang dalam beberapa kondisi dapat menghasilkan fluktuasi suhu yang kurang stabil.

Dari analisis literatur yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penelitian sebelumnya telah berhasil mengembangkan sistem pemantauan suhu berbasis IoT dengan pendekatan kendali PID, tetapi masih kurang dalam penerapannya sebagai alat pembelajaran yang efektif di lingkungan akademik. Kami mencoba mengisi kesenjangan ini dengan mengembangkan iTCLab sebagai alat bantu belajar, tetapi masih memiliki keterbatasan dalam aspek optimalisasi kendali suhu. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada penyempurnaan iTCLab sebagai alat pembelajaran yang lebih canggih dengan mempertimbangkan integrasi kendali PID untuk meningkatkan stabilitas suhu serta penggunaan metode komunikasi yang lebih andal. Karena itu, penelitian ini diarahkan pada pengembangan sistem pembelajaran IoT yang lebih optimal dan efisien, sekaligus meningkatkan kualitas pengalaman belajar mahasiswa dalam memahami teknologi IoT secara lebih mendalam.

3 Metode Penelitian

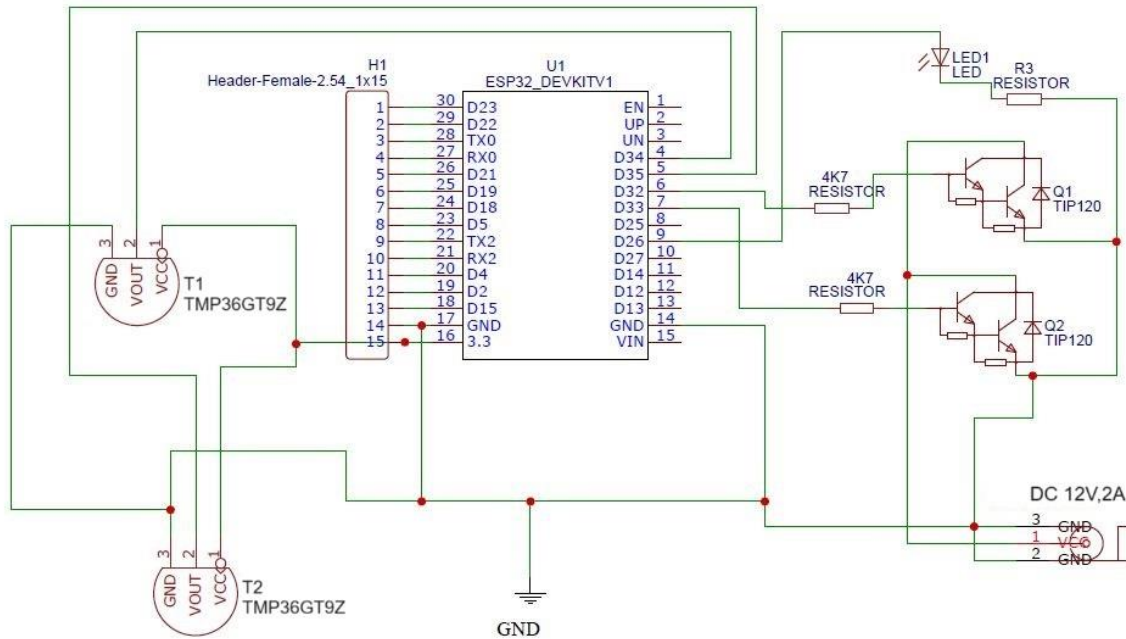
Penelitian ini difokuskan pada pengembangan dan pengujian efektivitas aplikasi Kit iTCLab sebagai alat bantu pembelajaran IoT. Metode Pengembangan penggunaan Kit iTCLab sebagai alat bantu pembelajaran IoT, dilakukan dengan proses penelitian dan pengembangan R&D menggunakan model ADDIE , yang divisualisasikan pada Gambar 1:



Gambar 1. Metode pengembangan penggunaan Kit iTCLab sebagai alat bantu pembelajaran internet of things

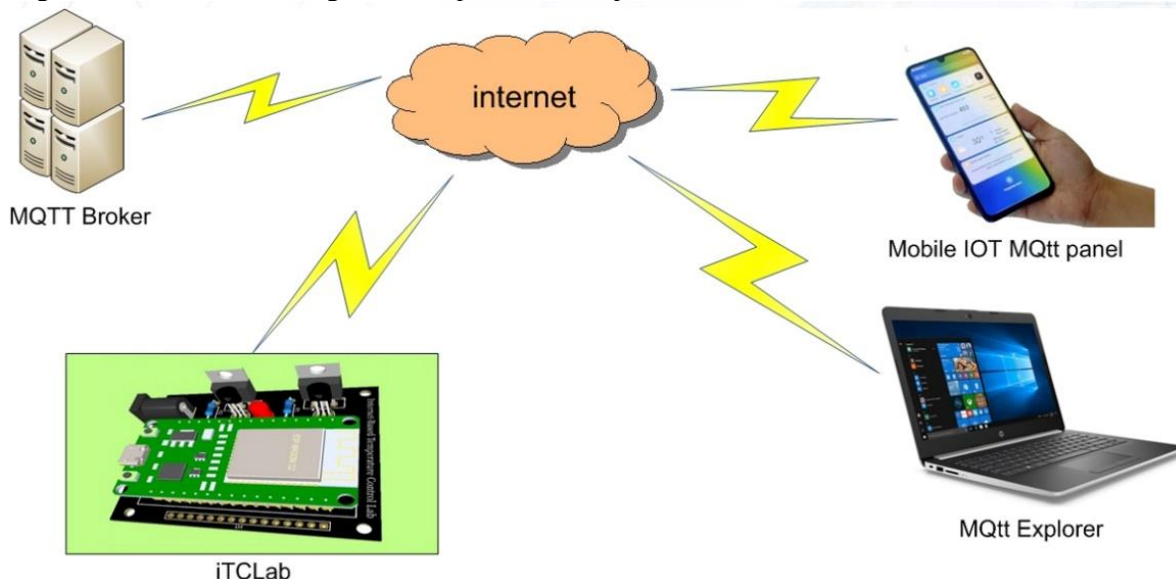
Tahap Analisis (Analysis): Dilakukan analisis kebutuhan pengguna yaitu mahasiswa informatika, melalui Rencana Pembelajaran Semester (RPS) Mata Kuliah Mikrokontroler, 3 SKS. Data yang dikumpulkan mencakup materi, dan penyesuaian konsep dan pemrograman IoT menggunakan Kit iTCLab.

Desain (Design): Memahami perancangan prototipe dari Kit iTCLab, memahami perancangan desain panel IoT menggunakan aplikasi IoT MQTT Panel, termasuk perancangan pengendalian IoT jarak jauh menggunakan Kit iTCLab. Rangkaian iTCLab seperti diperlihatkan pada Gambar 2, sedangkan perancangan pengendalian IoT jarak jauh menggunakan Kit iTCLab seperti diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Rangkaian iTCLab

Dari rangkaian iTCLab dapat dilihat bahwa kit ini dilengkapi dengan sepasang transistor TIP120 untuk keperluan pemanasan bersama dengan dua sensor suhu TMP36. Sistem ini menunjukkan dinamika orde kedua, dan keberadaan dua pemanas yang berdekatan menghasilkan pengaturan kontrol multivariat yang kompak. Mikrokontroler ESP32 dilengkapi dengan konverter analog-ke-digital (ADC) 12-bit yang mengukur tegangan dari sensor suhu dalam 4096 (2^{12}) level analog diskrit. Selain itu, sistem ini menggunakan Modulasi Lebar Pulsa (PWM) yang bisa diatur dengan 256 level untuk mengontrol output ke kedua pemanas dan LED.



Gambar 3. Perancangan pengendalian IoT jarak jauh menggunakan Kit iTCLab

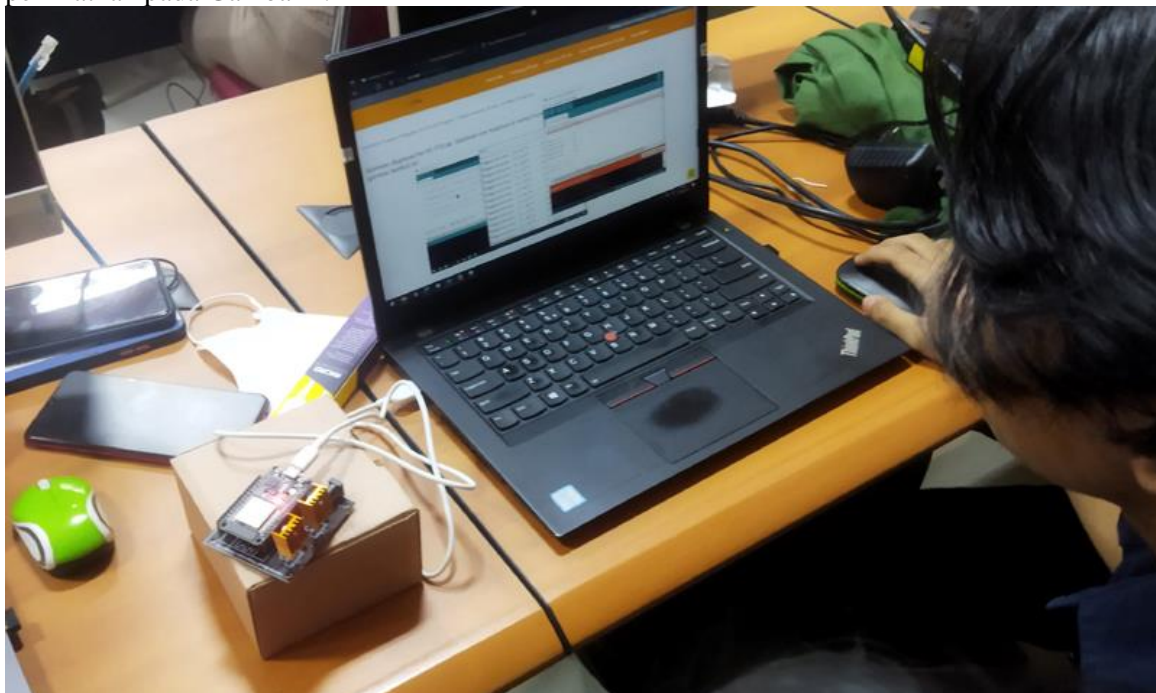
Pengembangan (Development): Aplikasi dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Arduino, serta aplikasi IoT MQTT Panel untuk pengembangan aplikasi mobile.

Implementasi (Implementation): Aplikasi diuji coba sesuai materi perkuliahan pada mata Kuliah Mikrokontroler untuk mahasiswa Informatika. Uji coba diperlukan untuk melihat fungsionalitas dan kompatibilitasnya berbagai perangkat IoT, seperti sensor Suhu TMP36, Mikrokontroler ESP32, dan Transistor TIP120. Pada tahap uji coba ini, peneliti melibatkan tiga responden yang masing-masing diberikan alat dan bahan yang sama untuk menguji kinerja alat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat berfungsi sesuai harapan, namun terdapat perbedaan pada grafik suhu yang dihasilkan oleh setiap penguji, dengan variasi dalam bentuk kurva dan fluktuasi suhu. Perbedaan ini mungkin disebabkan oleh faktor eksternal atau cara penggunaan yang berbeda. Selain itu, durasi pengujian bervariasi antara 5 hingga 9 menit, tergantung pada masing-masing penguji.

Evaluasi (Evaluation): Dilakukan evaluasi efektivitas aplikasi melalui pengumpulan data hasil penugasan berupa eksperimen mahasiswa pada tiap pertemuan. Hasil penugasan dari mahasiswa disimpan dalam bentuk LogBook Mingguan, Laporan Kemajuan, dan Laporan Akhir. Semua hasil penugasan disimpan di akun Github masing-masing mahasiswa.

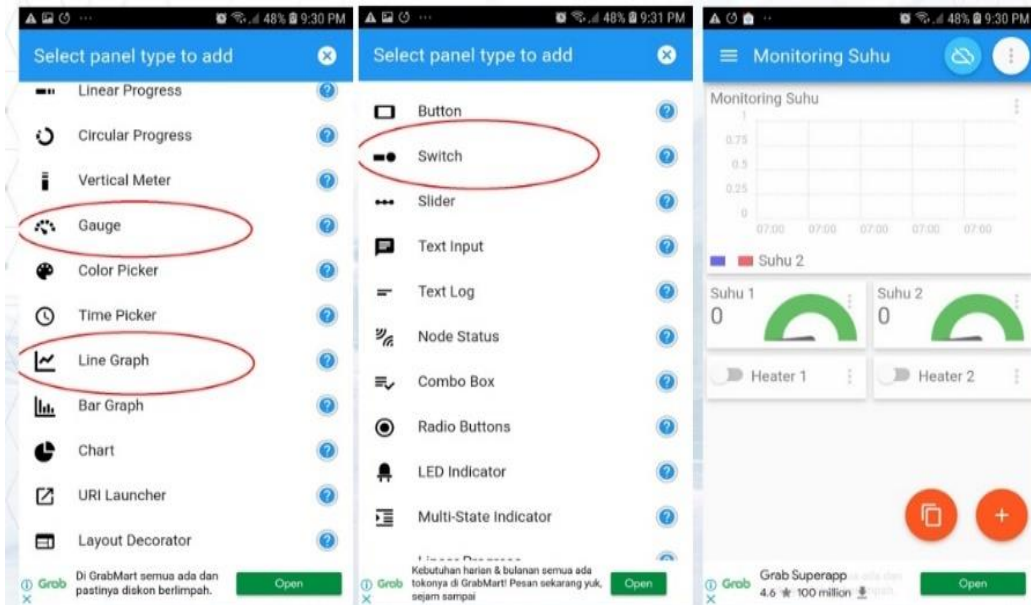
4 Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini, Kit iTCLab digunakan untuk memfasilitasi pembelajaran IoT dengan fokus pada kontrol suhu secara On/Off berbasis internet. Kit ini terdiri dari mikrokontroler ESP32, dua sensor suhu TMP36, dan dua Transistor TIP120 yang berlaku sebagai pemanas yang dikendalikan melalui Pulse Width Modulation (PWM). Proses kontroler suhu pada Kit iTCLab dapat diakses secara remote melalui jaringan internet, menggunakan protokol MQTT. Kit iTCLab diujicoba sebagai alat bantu praktek IoT untuk mahasiswa Informatika pada mata kuliah Mikrokontroler, 3 SKS. Kit iTCLab diperlukan untuk terhubung ke komputer melalui kabel data. Kit ini akan dioperasikan menggunakan aplikasi Arduino, yang akan menjalankan program yang terinstal pada komputer. Selain itu, program kontrol jarak jauh akan dikembangkan untuk memungkinkan pengoperasian Kit iTCLab melalui perangkat Handphone. Gambaran koneksi Kit iTCLab pada laptop mahasiswa, seperti diperlihatkan pada Gambar 4.

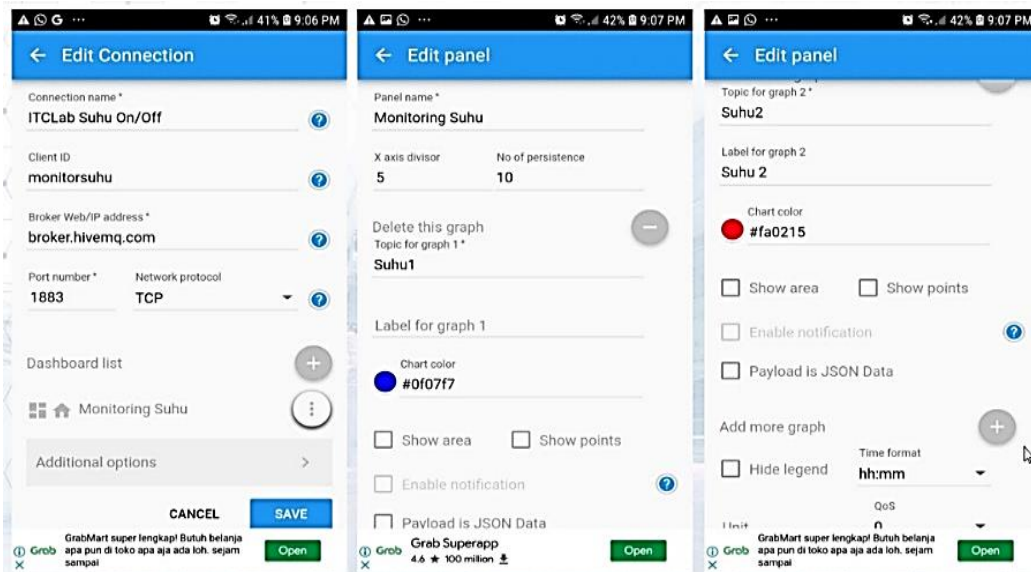


Gambar 4. Penggunaan Kit iTCLab sebagai alat bantu pembelajaran IoT

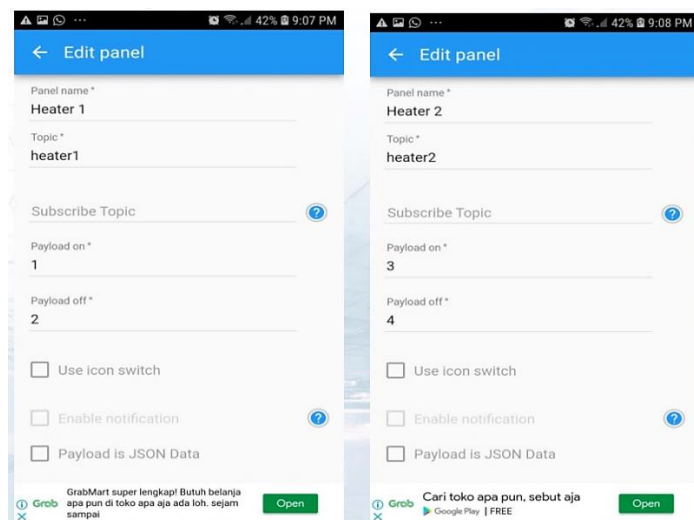
Seperti perancangan pengendalian IoT jarak jauh menggunakan Kit iTCLab, seperti pada Gambar 3, maka contoh pengujian, pengendalian suhu secara On/Off melalui IoT, pengaturan pada IoT MQTT Panel dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Pengaturan IoT MQTT Panel (a)

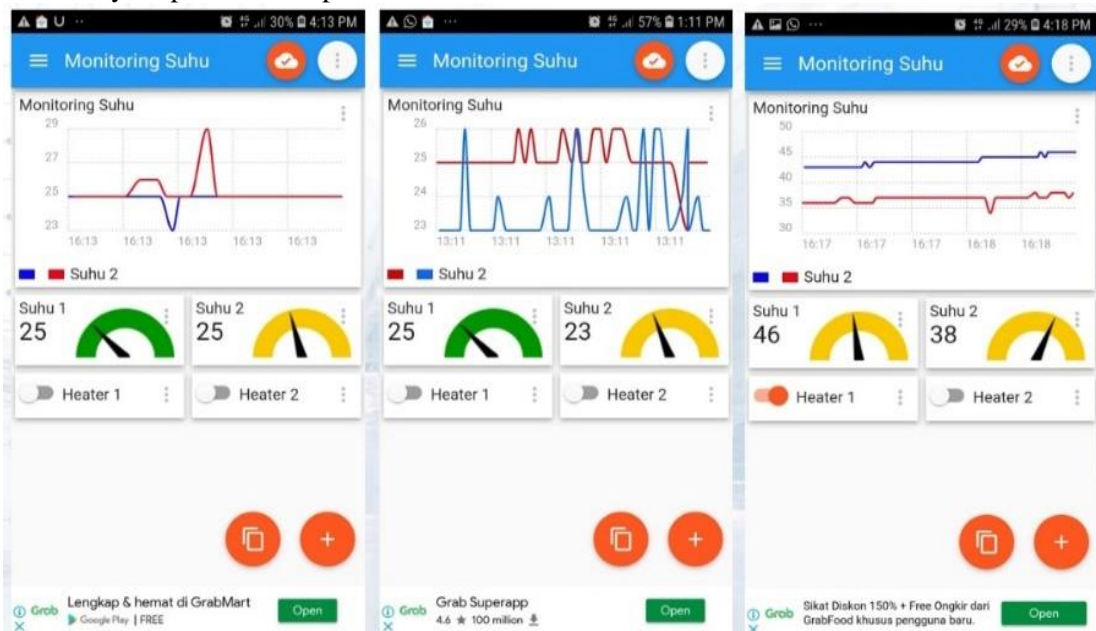


Gambar 6. Pengaturan IoT MQTT Panel (b)



Gambar 7. Pengaturan IoT MQTT Panel (c)

Jika semua pengaturan telah disesuaikan, seperti pada Gambar 5 sampai dengan Gambar 7, selanjutnya tinggal dicoba untuk terhubung ke MQTT Broker. Pada penelitian ini digunakan MQTT Broker yang bersifat Public milik hivemq.com. Jika berhasil terhubung ke MQTT Broker, maka contoh hasilnya seperti terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Contoh hasil pengendalian suhu secara On/Off melalui IoT

Selanjutnya, dari contoh hasil eksperimen tersebut, hasilnya disimpan oleh mahasiswa dalam bentuk LogBook Mingguan, Laporan Kemajuan, dan Laporan Akhir. Semua hasil penugasan disimpan di akun Github masing-masing mahasiswa. Selanjutnya Dosen tinggal memeriksa melalui Alamat github mahasiswa. Contoh alamat github mahasiswa kelas mikrokontroller, Kunjungi tautan berikut untuk informasi selengkapnya <https://bit.ly/mikrokrit>. Berikut adalah salah satu hasil program mahasiswa, Program ini dirancang untuk mengatur dan mengontrol suhu di laboratorium iTCLab, dengan tujuan menaikkan suhu ruangan atau perangkat tersebut hingga mencapai suhu 60 derajat Celsius. Suhu ini bisa digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti eksperimen ilmiah atau pengujian perangkat keras yang membutuhkan suhu tinggi untuk analisis performa.

```
itclab-01 / iTCLab_Testing.ino
Code Blame 136 lines (114 loc) · 3.73 KB

11 #include <Arduino.h>
12
13 // constants
14 const int baud = 115200; // serial baud rate
15
16 // pin numbers corresponding to signals on the iTCLab Shield
17 const int pinT1 = 34; // T1
18 const int pinT2 = 35; // T2
19 const int pinQ1 = 32; // Q1
20 const int pinQ2 = 33; // Q2
21 const int pinLED = 26; // LED
22
23 // setting PWM properties
24 const int freq = 5000; //5000
25 const int ledChannel = 0;
26 const int Q1Channel = 1;
27 const int Q2Channel = 2;
28 const int resolutionLedChannel = 8; //Resolution 8, 10, 12, 15
29 const int resolutionQ1Channel = 8; //Resolution 8, 10, 12, 15
30 const int resolutionQ2Channel = 8; //Resolution 8, 10, 12, 15
31
32 float cel, cell, degC, degC1;
33 const float upper_temperature_limit = 55;
34

itclab-01 / iTCLab_Testing.ino
Code Blame 136 lines (114 loc) · 3.73 KB

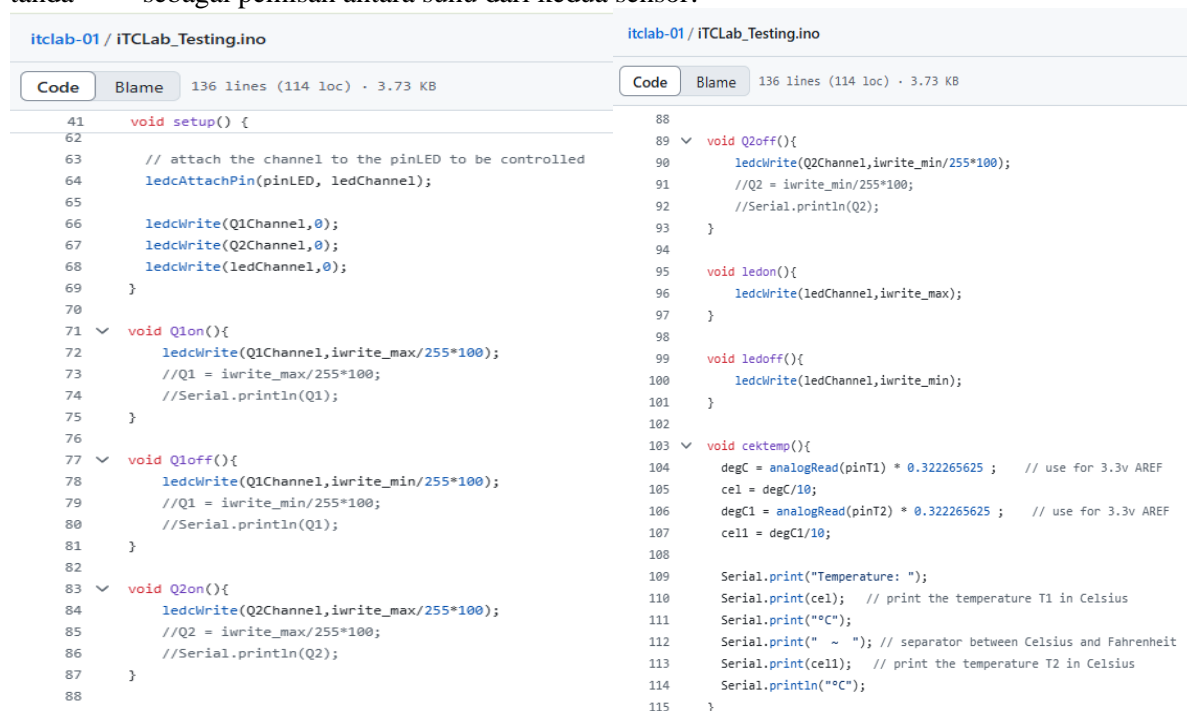
35 // global variables
36 float Q1 = 0; // value written to Q1 pin
37 float Q2 = 0; // value written to Q2 pin
38 int iwrite_max = 255; // integer value for writing
39 int iwrite_min = 0; // integer value for writing
40
41 void setup() {
42 // put your setup code here, to run once:
43 Serial.begin(baud);
44 while (!Serial) {
45 // wait for serial port to connect.
46 }
47
48 // configure pinQ1 PWM functionalites
49 ledcSetup(Q1Channel, freq, resolutionQ1Channel);
50
51 // attach the channel to the pinQ1 to be controlled
52 ledcAttachPin(pinQ1, Q1Channel);
53
54 // configure pinQ2 PWM functionalites
55 ledcSetup(Q2Channel, freq, resolutionQ2Channel);
56
57 // attach the channel to the pinQ2 to be controlled
58 ledcAttachPin(pinQ2, Q2Channel);
59
60 // configure pinLED PWM functionalites
61 ledcSetup(ledChannel, freq, resolutionLedChannel);
```

Gambar 9. Hasil pengkodean pengujian iTCLab oleh mahasiswa di Github (a)

<http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>

Kode ini mendefinisikan konstanta dan variabel untuk mengontrol aktuator serta membaca suhu dari sensor pada ESP32. Baud rate ditetapkan 115200 untuk komunikasi serial. Pin T1 dan T2 digunakan untuk sensor suhu, Q1 dan Q2 untuk aktuator, serta pinLED sebagai indikator. PWM dikonfigurasi dengan frekuensi 5000 Hz dan resolusi 8 bit untuk setiap kanal. Variabel cel, cel1, degC, dan degC1 menyimpan data suhu, dengan upper_temperature_limit (55°C) sebagai batas maksimum. Q1 dan Q2 menyimpan nilai PWM untuk aktuator, sementara iwrite_max (255) dan iwrite_min (0) menentukan kondisi nyala atau mati aktuator.

Lalu pada Gambar 10 berisi fungsi untuk inialisasi dan kontrol aktuator serta sensor suhu. Pada fungsi setup(), komunikasi serial di inialisasi dengan baud rate 115200, lalu pin output (pinQ1, pinQ2, dan pinLED) dikonfigurasi sebagai PWM dengan frekuensi 5000 Hz dan resolusi 8 bit. Semua kanal PWM diatur ke 0 agar aktuator berada dalam kondisi awal mati. Fungsi Q1on(), Q2on(), Q1off(), dan Q2off() digunakan untuk mengontrol aktuator dengan menulis nilai PWM, meskipun terdapat kesalahan perhitungan pada ledcWrite(Q1Channel, iwrite_max/255*100), yang selalu menghasilkan 0. LED indikator dikendalikan melalui ledon() dan ledoff(), dengan nilai 255 untuk menyala dan 0 untuk mati. Sementara itu, fungsi cektemp() membaca suhu dari sensor pada pin T1 dan T2, mengonversinya ke derajat Celsius, lalu menampilkannya melalui Serial Monitor, dengan tanda " ~ " sebagai pemisah antara suhu dari kedua sensor.



```
itclab-01 / iTCLab_Testing.ino
Code Blame 136 lines (114 loc) · 3.73 KB
41 void setup() {
42
43 // attach the channel to the pinLED to be controlled
44 ledcAttachPin(pinLED, ledChannel);
45
46 ledcWrite(Q1Channel,0);
47 ledcWrite(Q2Channel,0);
48 ledcWrite(ledChannel,0);
49 }
50
51 void Q1on(){
52 ledcWrite(Q1Channel,iwrite_max/255*100);
53 //Q1 = iwrite_max/255*100;
54 //Serial.println(Q1);
55 }
56
57 void Q1off(){
58 ledcWrite(Q1Channel,iwrite_min/255*100);
59 //Q1 = iwrite_min/255*100;
60 //Serial.println(Q1);
61 }
62
63 void Q2on(){
64 ledcWrite(Q2Channel,iwrite_max/255*100);
65 //Q2 = iwrite_max/255*100;
66 //Serial.println(Q2);
67 }
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89 void Q2off(){
90 ledcWrite(Q2Channel,iwrite_min/255*100);
91 //Q2 = iwrite_min/255*100;
92 //Serial.println(Q2);
93 }
94
95 void ledon(){
96 ledcWrite(ledChannel,iwrite_max);
97 }
98
99 void ledoff(){
100 ledcWrite(ledChannel,iwrite_min);
101 }
102
103 void cektemp(){
104 degC = analogRead(pinT1) * 0.322265625 ; // use for 3.3v AREF
105 cel = degC/10;
106 degC1 = analogRead(pinT2) * 0.322265625 ; // use for 3.3v AREF
107 cel1 = degC1/10;
108
109 Serial.print("Temperature: ");
110 Serial.print(cel); // print the temperature T1 in Celsius
111 Serial.print("°C");
112 Serial.print(" ~ "); // separator between Celsius and Fahrenheit
113 Serial.print(cel1); // print the temperature T2 in Celsius
114 Serial.println("°C");
115 }
```

Gambar 10. Hasil pengkodean pengujian iTCLab oleh mahasiswa di github (b)

Fungsi loop() menjalankan logika utama untuk memantau suhu dan mengontrol aktuator serta LED secara berulang. Fungsi cektemp() dipanggil untuk membaca suhu dari sensor T1 dan T2, lalu dibandingkan dengan batas maksimum 55°C (upper_temperature_limit). Jika suhu sensor melebihi batas, aktuator terkait (Q1 atau Q2) dimatikan dan LED dinyalakan sebagai indikator suhu tinggi. Jika suhu di bawah batas, aktuator diaktifkan dan LED dimatikan. Logika ini diterapkan untuk kedua sensor, memastikan pemanas atau kipas hanya bekerja saat diperlukan. Fungsi delay(100) digunakan untuk menunda eksekusi 100 ms, menghindari pembaruan sensor yang terlalu cepat dan menjaga stabilitas sistem. Bisa dilihat pada Gambar berikut.


```
itclab-01 / iTCLab_Testing.ino
Code Blame 136 lines (114 loc) · 3.73 KB
103 void cektemp(){
112   Serial.print(" ~ "); // separator between CEISIUS &
113   Serial.print(ce11); // print the temperature T2 in
114   Serial.println("°C");
115 }
116 void loop() {
117   // put your main code here, to run repeatedly:
118   cektemp();
119   if (ce1 > upper_temperature_limit){
120     Q1off();
121     ledon();
122   }
123   else {
124     Q1on();
125     ledoff();
126   }
127   if (ce11 > upper_temperature_limit){
128     Q2off();
129     ledon();
130   }
131   else {
132     Q2on();
133     ledoff();
134   }
135   delay (100);
136 }
```

Gambar 11. Hasil pengkodean pengujian iTCLab oleh mahasiswa di github (c)

Secara keseluruhan, dari pemeriksaan alamat github masing-masing mahasiswa, Kit iTCLab terbukti efektif sebagai alat bantu dalam pembelajaran IoT, memberikan pengalaman langsung bagi mahasiswa dalam mengembangkan program berbasis Arduino dan mengimplementasikan sistem kontrol suhu berbasis IoT. Dengan kemampuan untuk mengakses dan mengontrol sistem secara remote, mahasiswa dapat lebih memahami tantangan dan solusi yang terkait dengan penerapan IoT dalam kehidupan sehari-hari.

Perbedaan sebelum dan setelah menggunakan Kit iTCLab berbasis IoT sebagai alat belajar terletak pada cara pengaturan suhu. Sebelumnya, jika mahasiswa ingin mengontrol suhu pada alat, mereka harus mengatur ulang program di Arduino dan melakukan restart, yang memakan waktu tergantung pada efektivitas laptop. Namun, setelah mempelajari penggunaan IoT berbasis remote control, suhu kini dapat diatur langsung melalui ponsel tanpa perlu mengubah program di Arduino, sehingga prosesnya menjadi lebih cepat dan praktis.

5 Kesimpulan

Kit iTCLab terbukti efektif sebagai alat bantu pembelajaran IoT, terutama dalam kontrol suhu berbasis internet, dan dapat digunakan untuk memfasilitasi pengajaran pada mata kuliah Mikrokontroler di tingkat universitas. Dengan penggunaan mikrokontroler ESP32, sensor suhu TMP36, serta transistor TIP120 yang dikendalikan oleh PWM, Kit iTCLab memungkinkan pengontrolan suhu secara remote melalui protokol MQTT. Keberhasilan pengujian alat ini telah membuktikan penguasaan mahasiswa terhadap pemrograman IoT, yang tercermin dalam portofolio di Github masing-masing. Potensi pengembangan iTCLab di luar lingkungan kampus, seperti dalam dunia industri, smart home, dan bidang lainnya yang memerlukan pengaturan suhu otomatis berbasis internet. Kit ini dapat dimanfaatkan untuk aplikasi pengontrolan suhu pada sistem pendinginan atau pemanasan, pertanian cerdas, atau pengelolaan energi yang lebih efisien. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengintegrasikan kontrol suhu berbasis PID (Proportional-Integral-

Derivative) untuk meningkatkan presisi dan stabilitas pengaturan suhu. Selain itu, pengujian efektivitas penggunaan Kit iTCLab di berbagai lingkungan pembelajaran yang berbeda, baik di institusi pendidikan lain maupun dalam skala industri, dapat memberikan wawasan tentang adaptasi alat ini di konteks yang lebih luas. Penelitian lebih lanjut juga dapat difokuskan pada pengembangan antarmuka yang lebih user-friendly dan integrasi dengan perangkat lain untuk meningkatkan aksesibilitas dan aplikabilitas Kit iTCLab di masyarakat dan industri.

Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada Universitas Handayani Makassar, UPN Veteran Jawa Timur, serta para dosen pembimbing atas bimbingan dan dukungannya, sehingga jurnal ini dapat diselesaikan dengan lancar dan efektif.

Referensi

- [1] Y. Liu, W. Yu, W. Rahayu, and T. Dillon, "An Evaluative Study on IoT Ecosystem for Smart Predictive Maintenance (IoT-SPM) in Manufacturing: Multiview Requirements and Data Quality," *IEEE Internet Things J*, vol. 10, no. 13, pp. 11160–11184, Jul. 2023, doi: 10.1109/JIOT.2023.3246100.
- [2] R. Halimatussa, S. Zefi, and R. Duri, Resistor Journal, "Implementasi Mesin Cuci menggunakan Arduino berbasis *Internet of Things (IoT)*", 2024. [Online]. Available: <https://s.id/jurnalresistor>
- [3] S. N. Swamy and S. R. Kota, "An Empirical Study on System Level Aspects of Internet of Things (IoT)," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 188082–188134, Oct. 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3029847.
- [4] A. Rahman Yusuf, A. Prasetyo, M. B. Setyawan, "Pemanfaatan Trainer *Internet of Things* untuk meningkatkan Kompetensi Guru Vokasi Di SMK Negeri Poncol," Ganessa: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat, vol. 4, no. 2, p. 2024.
- [5] M. H. Arrosyid, B. Rahmat, and H. E. Wahanani, "Model *Predictive Control (MPC)* pada Sistem Kendali Suhu ITCLAB dan Pemantauannya menggunakan *Internet of Things (IOT)*," *Jusifor: Jurnal Sistem Informasi dan Informatika*, vol. 3, no. 1, pp. 1–9, Jun. 2024, doi: 10.33379/jusifor.v3i1.3882.
- [6] B. Rahmat and M. Muljono, Pemrograman *Internet of Things (IoT)* dengan *Arduino* dan *Python* Jilid 1. Eureka Media Aksara, 2024.
- [7] B. Rahmat and M. Muljono, Pemrograman *Internet of Things (IoT)* dengan *Arduino* dan *Python* Jilid 2. Eureka Media Aksara, 2024.
- [8] B. Rahmat et al., "ITCLab PID Control Tuning using Deep Learning," in *Proceeding - IEEE 9th Information Technology International Seminar, ITIS 2023*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2023. doi: 10.1109/ITIS59651.2023.10420130.
- [9] B. Rahmat, M. Waluyo, and T. A. Rachmanto, "Temperature Monitoring via the Internet of Things using PID-iTCLab," *Nusantara Science and Technology Proceedings*, pp. 197–203, 2023. doi: 10.11594/nstp.2023.3332
- [10] B. Rahmat, M. Waluyo, and T. A. Rachmanto, "On/Off Temperature Monitoring and Control via the Internet of Things using iTCLab Kit," *Nusantara Science and Technology Proceedings*, pp. 147–152, 2023. doi:10.11594/nstp.2023.3325
- [11] N.K.Nigrum, T.W. Kusuma, et al, "Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Kandang Ayam berbasis *Internet Of Things (IOT)*", *J. Elektronika and D. Komputer*, vol. 16, no. 2, pp. 278–285, 2023, doi: 10.51903/elkom.v16i2.1153.
- [12] S. Megawati and A. Lawi, "Pengembangan Sistem Teknologi *Internet of Things* yang perlu dikembangkan Negara Indonesia." *JIEET* : vol. 05, no. 01, 2021.
- [13] A. Hassebo and M. Tealab, "Global Models of Smart Cities and Potential IoT Applications: A Review," Sep. 01, 2023, *Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*. doi: 10.3390/iot4030017.

- [14] M. Farjana, A. B. Fahad, S. E. Alam, and M. M. Islam, “An IoT- and Cloud-based E-Waste Management System for Resource Reclamation with a Data-Driven Decision-Making Process,” *Internet of Things*, vol. 4, no. 3, pp. 202–220, Sep. 2023, doi: 10.3390/iot4030011.
- [15] A. Ahmadi, A. Setiawan, and E. Yulianto, “Data Center berbasis Software Defined Network dan Edge Computing,” *Internal (Information System Journal)*, vol. 4, no. 1, pp. 16–27, 2021, doi: 10.32627/internal.v4i1.286.
- [16] T. Kushida and Y. Kato, “Logical IoT Cloud - Integrated Systems Management for Cloud and IoT,” in *2023 IEEE 6th International Conference on Cloud Computing and Artificial Intelligence: Technologies and Applications (CloudTech)*, Nov. 2023, pp. 1–8. doi: 10.1109/CloudTech58737.2023.10366179.
- [17] B. Rahmat, M. Waluyo and T. A. Rachmanto, “Temperature Monitoring via the Internet of Things using PID-iTCLab,” *Galaxy Science*, May 2023. doi: 10.11594/nstp.2023.3332.