

PROTOTYPE MONITORING SUHU DAN KELEMBAPAN PADA KUBIKEL 20 kV BERBASIS IoT

Irawati^{*)}, Muhamad Toriqul Amien, Edy Sumarno dan Furqon Rosyadi

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Pamulang Tangerang Selatan, Jawa Barat

^{*)}E-mail: dosen02831@unpam.ac.id

Abstrak

Energi listrik merupakan kebutuhan pokok manusia saat ini. Salah satu komponen kualitas suplai listrik adalah kesehatan pada kubikel. Salah satu masalah pada kubikel adalah korona, yaitu suatu proses yang terjadi pada saat udara di sekitar penghantar atau konduktor terionisasi, ketika suhu dan kelembapan udara di kubikel sangat tinggi. Berdasarkan pengaruh tekanan parsial udara terhadap korona maka dimungkinkan untuk menentukan apakah insiden korona terjadi atau tidak pada kubikel. Selama ini pemeriksaan kubikel masih dilakukan secara manual dengan cara datang langsung ke tiap gardu. Penelitian ini merancang sistem monitoring di dalam kubikel berbasis Internet of Things (IoT). Digunakan sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan pada kubikel 20 kV dan sensor ZMPT101B untuk mengukur tegangan pada heater yang ada di dalam kubikel 20 kV. Alat ini menggunakan Arduino UNO sebagai mikrokontroler dan NodeMCU ESP8266 sebagai platform IoT. Hasil pembacaan dari sensor DHT22 dan ZMPT101B akan diproses Arduino UNO yang dikirimkan ke internet untuk ditampilkan pada Firebase dan MIT App Inventor. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, rata-rata suhu yang bekerja pada kubikel adalah 33,72 °C, rata-rata nilai kelembapan 60,82 % dan rata-rata nilai tegangan 244,7 V, yang masih dalam kondisi normal, dimana batas suhu normal adalah 35 °C dan batas kelembapan normal adalah 75%. Ketika nilai suhu dan kelembapan melebihi batas tersebut, dan tegangan hilang atau tidak ada, maka dikategorikan pada kondisi yang tidak aman dan notifikasi akan muncul pada MIT App Inventor. Dengan adanya sistem ini diharapkan dapat memudahkan petugas atau user dalam memantau tegangan heater, suhu dan kelembapan yang ada di dalam kubikel 20 kV secara online dan realtime tanpa harus datang secara langsung ke setiap kubikel.

Kata Kunci : Kubikel, Internet of Things, Korona, DHT22, Firebase, MIT App Inventor.

Abstract

Electrical energy is a basic need for humans. One component of the electricity supply quality is the health of the cubicles. Corona, which occurs when the air around the conductor or conductor is ionized, often appears if the temperature and humidity in the cubicle are very high. Based on the partial air pressure on the corona, it is possible to determine whether a corona incident occurs or not in the cubicle. So far, inspection of the cubicles is manually done by visiting each substation. This study designed a monitoring system in an Internet of Things (IoT) based cubicle. DHT22 sensor was used to measure temperature and humidity and the ZMPT101B sensor to measure the voltage on the heater in the 20 kV cubicle. This tool uses Arduino UNO as a microcontroller and NodeMCU ESP8266 as an IoT platform. The results from the DHT22 and ZMPT101B sensors were processed by Arduino UNO and sent to the internet to be displayed on Firebase and MIT App Inventor. Test results shows that the average working temperature in the cubicle is 33.72 °C, the average humidity value 60.82% and the average voltage value 244.7 V, which is under normal conditions is 35 °C in temperature and the humidity limit of 75%. When the temperature and humidity values exceed these limits, and the voltage is missing or absent, it is categorized as an unsafe condition and a notification will appear on the MIT App Inventor. With this system, it is hoped that it will make it easier for officers or users to monitor heater voltage, temperature and humidity in the 20 kV cubicle online and in real time without having to come directly to each cubicle.

Keywords: Cubicle, Internet of Things, Corona, DHT22, Firebase, MIT App Inventor

1. Pendahuluan

Ketika urbanisasi menyebar, permintaan listrik meningkat. Untuk mengimbangi peningkatan ini, lebih banyak gardu listrik dibangun, dan lebih banyak gardu dibangun sebagai titik distribusi ke rumah dan bisnis. Di gardu ini terdapat

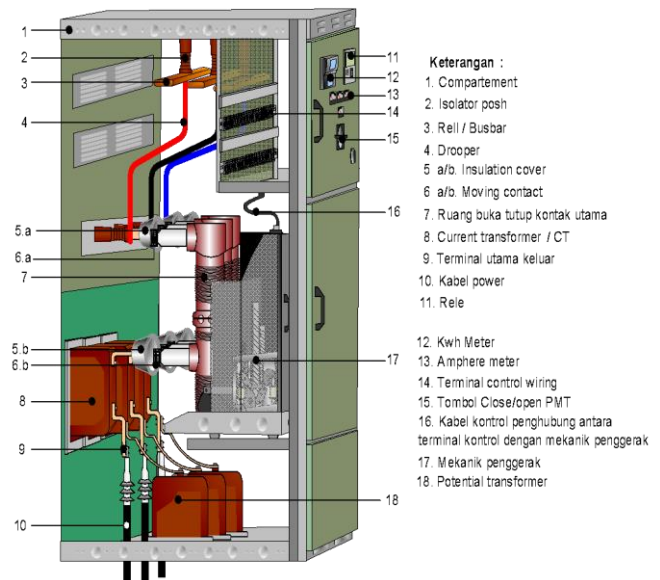
kubikel dengan voltase hingga 20 kv. Pada referensi [1] mengatakan Pembangkitan tegangan yang cukup tinggi pada sebuah Kubikel Tegangan Menengah (TM) 20 kV, ternyata dapat mengakibatkan terjadinya ionisasi pada udara, yang memicu terjadinya kegagalan listrik. Dan kesehatan pada kubikel dan keamanan dari gangguan

adalah satu-satunya komponen terpenting dari keseluruhan kualitas produk. Pada referensi [2] menyebutkan kubikel merupakan suatu perlengkapan listrik yang terdapat pada gardu hubung dan semakin meningkatnya kinerja kubikel maka semakin besar nilai suhu yang dihasilkan oleh komponen kubikel dan Pada referensi[3] menyebutkan Masalah utama yang sering terjadi pada kubikel adalah korona, juga dikenal sebagai proses yang terjadi selama udara di lokasi dekat penghantar atau terionisator. Dimungkinkan untuk menentukan apakah korona terjadi atau tidak terjadi pada kubikel berdasarkan signifikansi tekanan parsial udara sehubungan dengan korona. Menurut referensi[4] menyebutkan bahwa suhu diatas 35°C dan kelembapan diatas 75% terindikasi korona dan selama ini dalam pemeriksaan kubikel tersebut masih dilakukan secara manual. Studi tersebut memanfaatkan teknologi Internet of Things, dengan menggunakan metode yang berbeda dan ada pengembangan hardware. Penelitian ini menggunakan sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan pada kubikel 20 kV. Selain itu, penelitian ini menggunakan sensor ZMPT101B untuk megukur tegangan pada heater sebagai pemanas yang ada di dalam kubikel 20 kV. Alat ini menggunakan Arduino UNO sebagai mikrokontroler dan NodeMCU ESP8266 sebagai platform IoT. Hasil pembacaan dari sensor DHT22 dan ZMPT101B akan diproses Arduino UNO dan dikirimkan ke internet melalui NodeMCU ESP8266 untuk di tampilkan pada Firebase dan aplikasi MIT Inventor. Alat ini juga menggunakan LCD untuk menampilkan hasil pembacaan sensor yang dipasang di luar Kubikel 20 kV. Karena sebelumnya petugas atau user tidak bisa memantau secara realtime suhu dan kelembapan dan tidak mengetahui heater itu aktif atau tidak, Dengan adanya sistem ini diharapkan dapat memudahkan petugas atau user dalam memantau tegangan heater, suhu dan kelembapan yang ada di dalam kubikel 20 kV secara online dan realtime tanpa harus datang langsung ke kubikel. Dimana letak perbedaan penelitian sebelumnya [2] dengan penelitian ini adalah perbedaan aplikasi karena dipenelitian sebelumnya menggunakan blynk dimana riskan akan terjadinya heacker dan aplikasi tersebut berbayar sedangkan pada penelitian ini menggunakan MIT Inventor yang memang aplikasi yang diadopsi oleh google dan tingkat keamanannya terjaga.

1.1. Kubikel 20 kV

Kubikel 20 kV adalah jenis peralatan listrik yang dipasang di gardu induk dan berfungsi sebagai sistem distribusi 20 kV, bantalan, dan distributor pelindung. Menurut referensi [5] mengatakan Salah satu gangguan yang terjadi pada kubikel 20 kV adalah pada saat kondisi suhu dan kelembapan yang tinggi, maka suatu saat akan timbul uap air yang menempel pada dinding kubikel dan mempengaruhi terjadinya korona. Sel biasanya dipasang di stasiun distribusi atau gardu seperti beton atau kios. Elemen Gardu Induk adalah panel tegangan menengah yang berperan sebagai salah satu alat pendistribusian

tenaga listrik utama bagi konsumen, dimana selain trafo distribusi, Gardu Induk juga memiliki beberapa sel dengan beberapa alat bantu sesuai kebutuhan, diantaranya adalah internal pair. pemutus beban, sakelar, isolator, busbar, sakelar vakum, kabel masukan atau keluaran, transformator instrumen atau pengukur, termasuk Current Transformer dan Potential Transformer.



Gambar 1. Bagian-Bagian Kubikel 20 kV

Jika tegangan bolak-balik (voltase)diterapkan pada dua elektroda dengan penampang kecil (dibandingkan dengan jarak antara dua elektroda), efek korona dapat terjadi. Pada voltase yang cukup rendah, tidak terjadi apa-apa. Saat tegangan meningkat, korona secara bertahap terbentuk. Pertama, elektroda terlihat seperti bersinar, mengeluarkan suara mendesis, dan berbau seperti ozon. Warna cahaya tampak adalah ungu. Karena ketegangan terus meningkat, fitur di atas terlihat lebih jelas, terutama pada bagian yang kasar, tajam, atau kotor.[6].

Jika tegangan terus naik, busur api akan terjadi. Ini dapat diverifikasi dengan wattmeter menggunakan korona untuk menghasilkan panas. Dalam kondisi lembab, Corona mendeteksi asam nitrat yang dapat menyebabkan motor listrik terbakar jika hari terlalu panas. Jika tegangan yang ditawarkan adalah tegangan searah, maka elektroda positif korona akan muncul sebagai cahaya seragam pada permukaan elektroda, sedangkan elektroda negatif hanya akan agak kuat, menyebabkan elektron di luar rumah tabrakan dan menyalakan bagian luar rumah. Ketika atom yang cukup kuat terionisasi, molekul udara dan energik melepaskan lebih banyak elektron, yang selanjutnya mengionisasi atom lain. [3]

Selain menyebabkan ionisasi molekuler, tumbukan elektron juga menyebabkan elektron terreposisi dari orbit awalnya ke orbit yang lebih tinggi. Ketika sebuah elektron

bertransisi ke orbit yang lebih stabil, itu hanya terjadi di lokasi tertentu. Selain menyebabkan ionisasi molekuler, tumbukan elektron juga menyebabkan elektron berpindah posisi dari orbit awalnya ke orbit yang lebih tinggi. Ketika sebuah transisi elektron ke orbit yang lebih stabil, itu hanya terjadi di lokasi tertentu. Korona terjadi karena medan listrik yang mengelilingi konduktor cukup terionisasi menjadi konduktif. Karena medan listrik di sekitar elektroda penghantar, energi dilepaskan dalam bentuk radiasi cahaya dan kebisingan. Di bawah ini adalah gambar kubikel yang terkena corona.[1][7].



Gambar 2. Kubikel Yang Terkena Korona

1.2. Sensor DHT 22

Menurut referensi [7] mengatakan Sensor DHT22 berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembapan udara pada box purwarupa ruang budidaya Sensor DHT 22 termasuk kedalam kategori sensor suhu dan dapat dikategorikan untuk mengecek suhu ruangan atau kelembapan ruangan dengan suhu berkisar antara 40°C – 80°C dan kelembapan berkisar 0% -100% di sekitarnya. Sensor ini sering diaplikasikan menggunakan Iot, memiliki tingkat kestabilan yang sangat tinggi serta fitur kalibrasi yang sangat akurat. Modul ini dapat digunakan sebagai alat pengindra suhu dan kelembapan dalam aplikasi pengendali suhu dan kelembapan ruangan maupun aplikasi pemantau suhu dan kelembapan relatif ruangan[8].



Gambar 3. Sensor DHT22

1.3. Sensor Tegangan ZMPT101B

Sensor tegangan ZMPT101 adalah sensor tegangan AC non-kontak digunakan untuk mengurangi tegangan listrik

dalam sistem AC. Sensor ini sangat berguna dalam aplikasi pengukuran dan monitoring tegangan pada sistem tenaga listrik. ZMPT101 menggunakan prinsip transformator untuk mengukur tegangan. Sensor ini memiliki dua pin input: pin "VCC" yang digunakan untuk memberikan daya dan pin "Vout" yang menghasilkan tegangan output sesuai dengan tegangan input yang diukur. Biasanya, tegangan input yang diukur oleh sensor ZMPT101 adalah tegangan AC 220V. Sensor ZMPT101 biasanya digunakan bersama dengan mikrokontroler atau sistem pengukuran lainnya. Tegangan output dari sensor ini masih berupa tegangan AC, sehingga perlu dilakukan proses penyearahan atau pengelelapan untuk mendapatkan nilai tegangan efektif (RMS). Pada prinsipnya, sensor tegangan sama dengan konverter step-down lainnya, yaitu mengubah tegangan tinggi menjadi tegangan yang dapat dibaca oleh mikrokontroler dengan perubahan tegangan analog yang lemah.[9].

Menurut referensi [10] mengatakan bahwa Perbandingan sensortegangan ZMPT101B dengan alat ukur AVO meter digital saat mendeteksi tegangan memilikierrorrataratayaitu0,07 % untuksensortegangan ZMPT101B yang pertama, 0,28 % untuk sensortegangan ZMPT101B yang kedua dan 0,15 % untuk sensortegangan ZMPT101B yang ketiga. Sehingga dapat dikatakan bahwa sistem monitoring tegangan yang dibuat sesuai dengan ketentuan dan bisa diaplikasikan sebagai pembelajaran mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro.

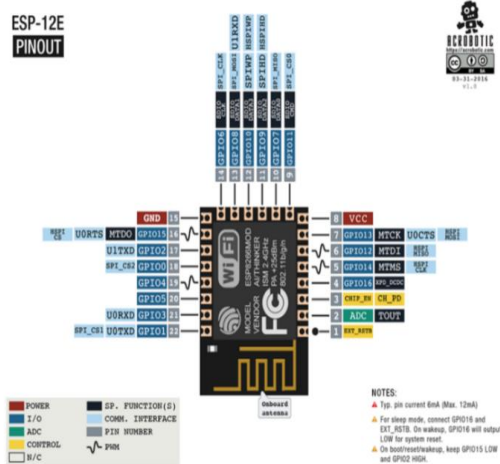


Gambar 4. Sensor Tegangan ZMPT101B

1.4. NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah sebuah platform pengembangan berbasis mikrokontroler yang menggunakan modul ESP8266, terutama seri ESP-12 atau ESP-12E. ESP8266 adalah sebuah chip Wi-Fi yang populer dan kuat yang dapat digunakan untuk menghubungkan perangkat mikrokontroler ke jaringan Wi-Fi. Kit pengembangan ini didasarkan pada modul ESP8266 yang menggabungkan GPIO, PWM (Pulse Width Modulation), IIC, 1 kabel dan ADC (Analog to Digital Converter) dalam satu papan.[8].

Menurut referensi [11] ESP8266 sering digunakan dalam pengembangan proyek IoT karena kemampuannya yang terhubung ke jaringan Wifi, mengirim dan menerima data nirkabel dan dikontrol melalui kode pemrograman atau AT Command.



Gambar 5. GPIO NodeMCU ESP8266 ESP-12E

1.5. LCD

Layar kristal cair, atau LCD perangkat, adalah jenis layar yang menggunakan kaca mengkilap untuk membuat gambar. Berikut adalah penjelasan lebih rinci tentang bagaimana LCD bekerja:

- **Struktur Dasar:** LCD terdiri dari dua substrat transparan yang tipis, biasanya terbuat dari kaca atau plastik. Di antara substrat-substrat ini, lapisan kristal cair ditempatkan dalam jumlah besar. Setiap titik pada lapisan ini disebut piksel.
- **Pencahaya Latar Belakang:** LCD tidak memancarkan cahaya sendiri. Sebaliknya, ada lampu latar belakang di belakang susunan kristal cair yang memberikan sumber cahaya. Biasanya, lampu latar belakang yang digunakan adalah lampu neon putih atau LED.
- **Filter dan Polarisasi:** Dua filter polarisasi terletak di kedua sisi lapisan kristal cair. Filter pertama disebut polarizer, yang membiarkan cahaya polarisasi linear melalui satu arah. Filter kedua disebut analyzer, yang juga merupakan polarizer tetapi berorientasi tegak lurus terhadap polarizer pertama.
- **Kontrol Piksel:** Setiap piksel pada lapisan kristal cair dikendalikan oleh transistor terpisah. Ketika arus listrik mengalir melalui transistor, medan elektrik dihasilkan, yang mempengaruhi orientasi kristal cair pada piksel tersebut.
- **Efek Polaroid:** Kristal cair yang terkena medan elektrik dari transistor berubah orientasinya. Hal ini mengubah sudut polarisasi cahaya yang melewati piksel tersebut. Cahaya yang melewati piksel ini kemudian melewati polarizer dan analyzer. Jika polarisasi cahaya yang keluar dari piksel sesuai dengan orientasi analyzer, maka cahaya tersebut akan melewati analyzer dan menjadi terlihat oleh mata manusia. Jika polarisasi

tidak sesuai, cahaya akan diblokir oleh analyzer, sehingga piksel tersebut terlihat gelap.

- **Pewarnaan:** Untuk menciptakan tampilan berwarna, setiap piksel pada layar LCD biasanya terdiri dari tiga sub-piksel: merah (R), hijau (G), dan biru (B). Dalam pengaturan ini, setiap sub-piksel diberi warna filter yang sesuai: merah, hijau, atau biru.

1.6. Firebase

Firebase adalah sebuah platform pengembangan aplikasi yang dikelola oleh Google. Firebase menyediakan berbagai layanan dan alat yang dapat membantu pengembang dalam mengembangkan, menerapkan, dan mengelola aplikasi mobile dan web dengan lebih mudah. Firebase Realtime Database adalah salah satu produk yang pertama kali mereka kembangkan.[12].

Firebase juga menyediakan alat untuk uji coba A/B, uji coba pengguna, penayangan iklan, dan banyak lagi. Platform ini bertujuan untuk menyederhanakan pengembangan aplikasi dengan menyediakan berbagai layanan yang dapat diintegrasikan dengan mudah ke dalam aplikasi mobile dan web. Berbagai fitur canggih seperti sistem backend, fitur analisis, serta fitur pertumbuhan dan monetisasi dapat diimplementasikan pada aplikasi yang baru dikembangkan. Pemanfaatan Firebase dapat mengurangi waktu karena memungkinkan adanya sedikit integrasi dalam aplikasi. Hal tersebut dapat terjadi karena Firebase memiliki API intuitif dikemas dalam satu paket SDK (Android Developers, Mengenal Android Studio, 2019).[7].

1.7. MIT App Inventor

MIT App Inventor adalah sebuah lingkungan pengembangan aplikasi berbasis blok visual yang dirancang untuk memudahkan pembuatan aplikasi mobile bagi mereka yang tidak memiliki pengalaman pemrograman. Awalnya dikembangkan oleh Google sebagai Google App Inventor, kemudian proyek tersebut dialihkan ke Massachusetts Institute of Technology (MIT) dan dirilis sebagai perangkat lunak sumber terbuka. MIT App Inventor memungkinkan pengguna untuk membuat aplikasi Android melalui antarmuka berbasis web yang menggunakan paradigma pemrograman berbasis blok visual. Alih-alih menulis kode secara langsung, pengguna dapat menyusun blok-blok grafis yang mewakili logika dan fungsi aplikasi. Dalam blok-blok ini, pengguna dapat mengatur peristiwa, variabel, operasi matematika, dan bahkan mengakses sensor dan komponen perangkat seperti kamera atau GPS. Menurut referensi [13] mengatakan bahwa App Inventor ini menggunakan antarmuka grafis dalam membangun sebuah aplikasi android, serupa dengan antarmuka pengguna pada Scratch, yang memungkinkan pengguna mendrag-and-drop objek visual sama halnya

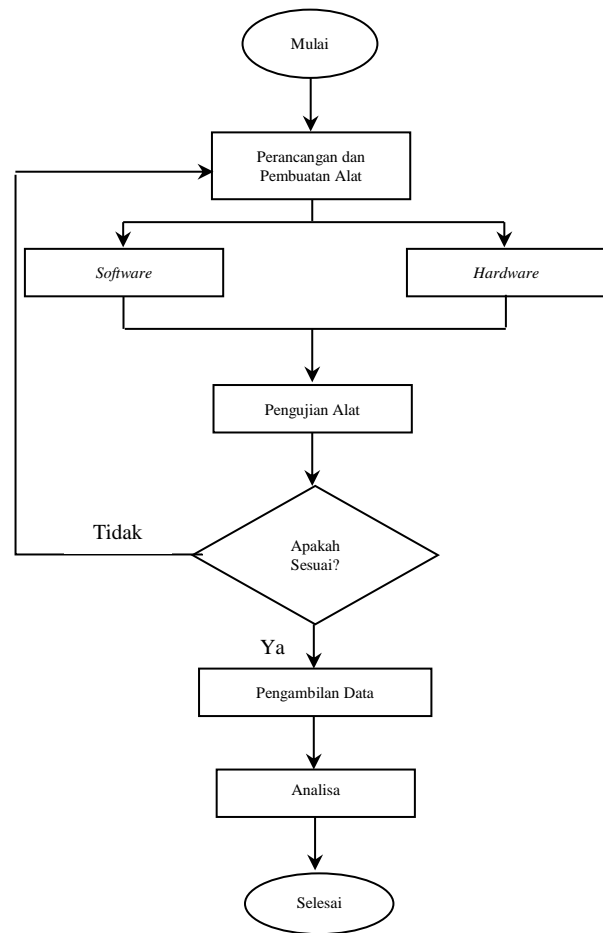
dengan puzzle untuk menciptakan aplikasi yang bisa dijalankan pada perangkat Android.

MIT App Inventor memiliki dua alat utama: Designer Komponen untuk membuat antarmuka pengguna dan Editor Block untuk menjelaskan cara kerja aplikasi. Perancang Komponen memungkinkan kepemilikan "komponen" (target dari kelas saat ini) yang akan digunakan sebagai bagian dari aplikasi dengan memindahkannya ke tata letak layar. Setelah tas dipindahkan ke aplikasi, propertinya dapat diubah. Editor Blok menggunakan teka-teki "kerangka" gambar (metode kelas terkait) yang digabungkan untuk menentukan perilaku aplikasi sebagai respons terhadap berbagai peristiwa.[14].

Pengguna memiliki opsi untuk menjalankan aplikasi mereka dalam aplikasi di perangkat Android atau emulator di smartphone berbasis komputer. MIT App Inventor memungkinkan pengguna untuk fokus pada detail kecil yang sangat menarik dari belajar tentang masalah desain program yang bermasalah dan membuat aplikasi mobile yang inovatif. MIT App Inventor server juga dapat menyimpan semua proyek serta memungkinkan pengguna bisa masuk ke akun mereka untuk melanjutkan pekerjaan kapan dan dimana saja.[15].

Keuntungan utama dari MIT App Inventor adalah kemudahan penggunaan dan aksesibilitasnya. Ini memungkinkan siapa pun, termasuk mereka yang tidak memiliki latar belakang pemrograman, untuk membuat aplikasi mobile yang fungsional. Blok visual yang disediakan oleh lingkungan pengembangan ini membantu pengguna memahami logika pemrograman dengan lebih intuitif. MIT App Inventor juga mendukung berbagai jenis aplikasi, tidak hanya animasi. Pengguna dapat membuat aplikasi seperti permainan sederhana, aplikasi utilitas, aplikasi pendidikan, aplikasi komunikasi, dan banyak lagi. Lingkungan ini juga menyediakan berbagai komponen dan sumber daya yang dapat diintegrasikan ke dalam aplikasi, seperti pemutar media, database, komponen jaringan, dan lainnya. Selain itu, MIT App Inventor memiliki komunitas yang aktif di mana pengguna dapat berbagi proyek, sumber kode, dan berkolaborasi dalam pengembangan aplikasi. Ini memberikan kesempatan untuk belajar dan mendapatkan inspirasi dari proyek-proyek yang telah dibuat oleh pengguna lain. Dengan kata lain, MIT App Inventor adalah alat pengembangan aplikasi yang memungkinkan orang tanpa latar belakang pemrograman untuk menciptakan aplikasi mobile Android melalui antarmuka berbasis blok visual yang intuitif. Ini mempromosikan inklusivitas dan memberikan kesempatan bagi siapa pun untuk menciptakan aplikasi yang kreatif dan bermanfaat.

2. Metodologi



Gambar 6. Skema Tahapan Penelitian

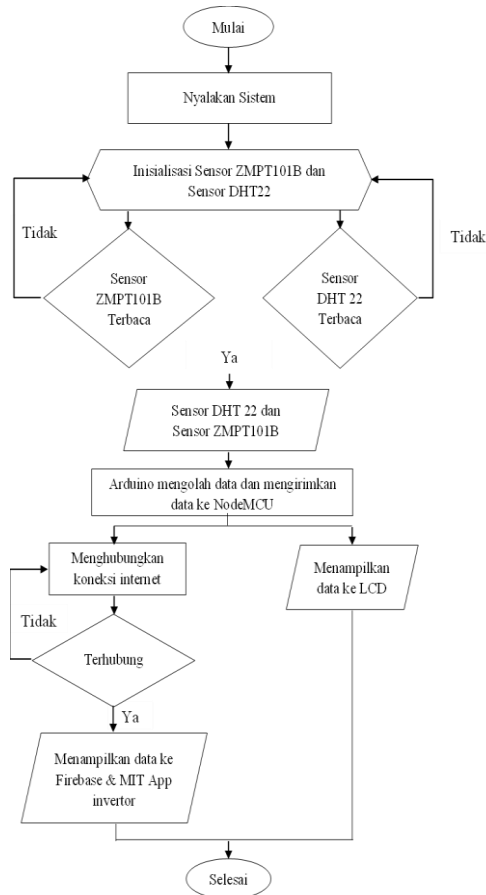
Dari flowchart di bawah, dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Perancangan dan pembuatan alat
Pada tahap ini terbagi menjadi dua, yaitu perancangan dan pembuatan perangkat lunak (software) dan perancangan dan pembuatan perangkat keras (hardware).
- 2) Pengujian alat
Melakukan pengujian software dan hardware. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah alat bekerja dengan baik. Jika alat tidak bekerja dengan baik, maka kembali ke tahap perancangan dan pembuatan alat.
- 3) Pengambilan data
Melakukan pengambilan data dari pengujian yang telah dilakukan.

4) Analisa data

Pada tahap ini menganalisa hasil pengolahan berdasarkan hasil penelitian dan teori yang telah dikumpulkan.

Pengujian sistem bertujuan untuk menguji alat “Prototype Monitoring Suhu dan Kelembapan Pada Kubikel 20 kV Berbasis IoT” yang dibuat apakah dapat beroperasi dengan baik sesuai dengan rancangan sebelumnya. Pengujian sistem dilakukan berdasarkan flowchart yang sudah dibuat.



Gambar 7. Flowchart Sistem

Algoritma Pemrosesan:

- Hubungkan sensor dengan sumber tegangan.
- Arduino akan membaca dan menginisialisasi nilai dari sensor.
- Arduino menerima data dari sensor berupa tegangan, suhu dan kelembapan.
- Arduino mengolah data sensor dan mengirim data ke NodeMCU ESP8266 berupa nilai tegangan, suhu dan kelembapan.
- NodeMCU menerima data dari arduino dan menampilkan data ke sebuah LCD 20x4.
- NodeMCU mengirim data ke firebase dan MIT App Inventor yang telah didesain, untuk dimonitoring secara online dan realtime

- Prototype alat dibuat menggunakan box hitam berukuran 18,5 cm x 11,5 cm x 6,5 cm. Dimana di dalam box terdiri dari Arduino Uno, NodeMCU ESP8266 dan Sensor Tegangan ZMPT101B. Sedangkan pada luar box terdapat Sensor DHT22 dan LCD 20x4.



Gambar 8. Desain Alat

Ada 2 desain yang dibuat pada MIT App Inventor. Yang pertama pada halaman desain dan yang kedua pada blok editor. Kedua desain dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 9. Desain Pada Halaman Desain MIT



Gambar 10. Desain Pada Halaman Desain MIT



Gambar 11. Desain Pada Blok Editor MIT

3. Hasil Dan Pembahasan

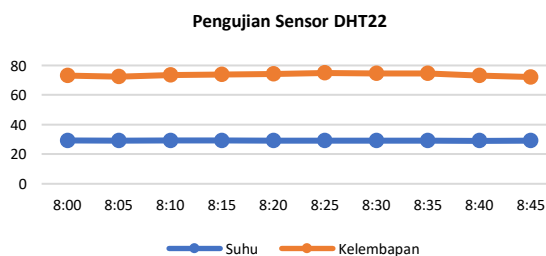
A. Pengujian Alat

1) Pengujian Sensor DHT 22

Pengujian dilakukan selama 50 menit untuk mengetahui apakah suatu sensor dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Pengujian dilakukan dengan mencatat hasil pengujian setiap lima menit. Pengujian dilakukan pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Pengujian Sensor DHT 22

WAKTU JAM	DHT 22	
	SUHU (°C)	RH (%)
08:00	29,30	73,30
08:05	29,20	72,40
08:10	29,30	73,40
08:15	29,30	73,80
08:20	29,10	74,20
08:25	29,20	74,90
08:30	29,20	74,70
08:35	29,10	74,70
08:40	29	73,20
08:45	29,10	72,20



Gambar 12. Grafik Pengujian Sensor DHT22

2) Pengujian Error Sensor DHT 22

Penelitian ini dilakukan pada instrumen prototipe untuk memahami kesalahan sensor DHT22. Alat ukur yang digunakan adalah higrometer. Tujuan dilakukan pengujian ini untuk mengetahui apakah alat yang baru dibangun berfungsi seperti yang diharapkan. Pengujian dilakukan

selama 50 menit dengan pelaporan hasil setiap 5 menit. Pengujian dilakukan pada table 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Pengujian Error Sensor DHT22

DHT 22		HYGROMETER		ERROR (%)	
SUHU (°C)	RH (%)	SUHU (°C)	RH (%)	SUHU	RH
29,30	73,30	29,30	73	0	-0,004
29,20	72,40	29,10	73	-0,003	0,008
29,30	74,40	29,10	74	-0,006	-0,005
29,30	74,80	29	74	-0,01	-0,01
29,10	74,20	29,10	74	0	-0,002
29,20	74,90	29,10	74	-0,003	-0,012
29,20	74,70	29,10	73	-0,003	-0,02
29,10	73,70	29,10	73	0	-0,009
29	74,20	29	74	0	-0,002
29,10	73,20	29,20	72	0,003	-0,016

Nilai error diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

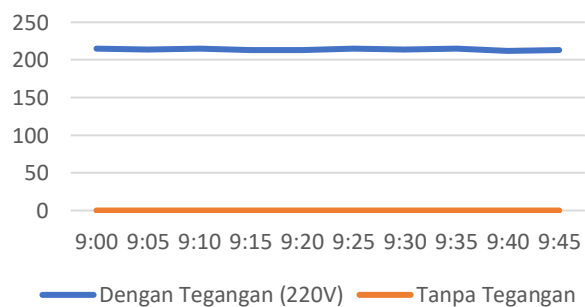
$$Error (\%) = \frac{Nilai\ Hygrometer - Nilai\ DHT22}{Nilai\ Hygrometer} * 100\%$$

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan, sensor DHT 22 memiliki rata-rata nilai error suhu senilai -0,022% dan rata-rata nilai error kelembapan senilai -0,018% yang artinya sensor DHT22 dalam kondisi baik untuk digunakan.

3) Pengujian Sensor Tegangan ZMPT101B

Tabel 3. Pengujian Sensor Tegangan ZMPT101B

WAKTU	DENGAN TEGANGAN (220V)	TANPA TEGANGAN
09:00	215	0
09:05	214	0
09:10	215	0
09:15	213	0
09:20	213	0
09:25	215	0
09:30	214	0
09:35	215	0
09:40	212	0
09:45	213	0



Gambar 13. Grafik Pengujian Sensor Tegangan

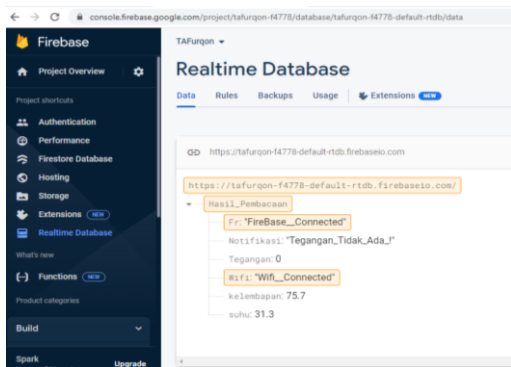
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bahwa Sensor Tegangan ZMPT101B dapat berfungsi dengan baik.

Pengujian dilakukan dengan cara memberi tegangan 220V dan tanpa tegangan. Pengujian dilakukan selama 25 menit dengan mencatat hasilnya setiap 5 menit. Hasil pengujian dapat dilihat pada table 3.

Pada pengujian ini dilakukan dengan tegangan yang diberikan sebesar 220V dan hanya berfokus dengan sensor ZMPT101B dan pengujian yang dihasilkan dibawah ini berbeda dengan pengujian yang dilakukan pada alat keseluruhan dimana tegangan yang terukur diatas 220V

4) Pengujian Pada Firebase

Untuk menentukan apakah Firebase dapat memperoleh dan mengirimkan data yang dihasilkan NodeMCU untuk pemantauan online dan real-time, penelitian dilakukan menggunakan Firebase.



Gambar 14. Pengujian Pada Firebase

5) Pengujian MIT App Inventor

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bahwa MIT App Inventor dapat menampilkan data dari alat yang telah dibuat.



Gambar 15. Pengujian Pada MIT App Inventor

Dari gambar 15 dapat dijelaskan tampilan yang terlihat dari aplikasi MIT yang telah dibuat terdiri dari judul, nilai suhu, nilai kelembapan, nilai tegangan, kolom notifikasi dan status koneksi internet dan firebase (wifi connected dan firebase connected),

6) Pengujian LCD

Pengujian LCD dilakukan untuk mengetahui bahwa LCD dapat menampilkan hasil dari pembacaan sensor. Pengujian dapat dilihat pada gambar 16



Gambar 16. Pengujian LCD

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa LCD mampu menampilkan data dari alat yang telah dibuat.

7) Pengujian Notifikasi

Pengujian notifikasi dilakukan untuk mengetahui ketika nilai suhu, kelembapan ataupun tegangan telah melebihi nilai batas yang telah disebut, yang menandakan kondisi pada kubikel terindikasi akan terjadinya korona. Pengujian dapat dilihat pada gambar di Gambar 17.



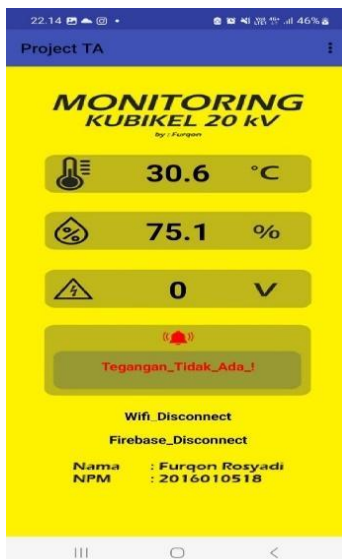
Gambar 17. Notifikasi Ketika Suhu Tidak Aman

Notifikasi suhu akan muncul ketika nilai suhu yang ada pada kubikel melebihi 35 °C yang artinya suhu sudah memasuki kondisi yang tidak aman dan harus segera ada tindakan oleh petugas.



Gambar 18. Notifikasi Ketika Kelembapan Tidak Aman

Jika persentase kelembapan pada polling lebih besar dari 75%, kelembapan akan dilaporkan karena sudah memasuki kondisi tidak aman dan perlu segera ditangani oleh pihak yang berwajib.



Gambar 19. Notifikasi Ketika Tegangan Tidak Ada

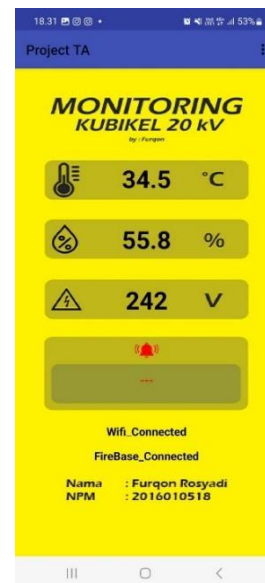
Saat heater pada kubikel berhenti bekerja atau padam, akan terdengar peringatan. Artinya harus ada tindakan segera dari petugas karena bisa menimbulkan korona.

B. Pengambilan Data

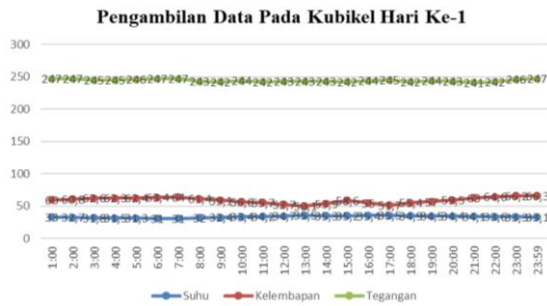
Data disediakan agar dapat dipantau secara real-time dan online. Ini terdiri dari jumlah suhu, kelembapan, dan tegangan yang ada pada kubikel. Pengambilan data dilakukan pada Kubikel Icon Gardu CN65. Pengambilan data dilakukan selama 3 hari dan diambil nilainya setiap 1 jam sekali.



Gambar 20. Pengambilan Data Pada Kubikel



Gambar 21. Contoh Hasil Pengukuran Pada MIT App Inventor di Smartphone

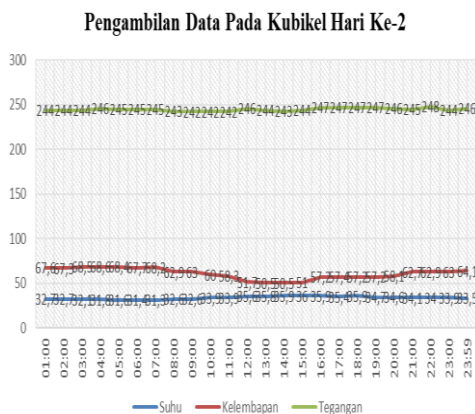


Gambar 22. Grafik Pengambilan Data Pada Kubikel Hari ke-1

Hasil pengambilan data hari ke-1, dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Pengambilan Data Pada Kubikel ke-1

WAKTU JAM	DHT 22		TEGANGAN (V)
	SUHU (°C)	RH (%)	
01:00	33	60	247
02:00	32,7	60,8	247
03:00	31,8	62,6	245
04:00	31,5	62,3	245
05:00	31,3	62,4	246
06:00	31	63,4	247
07:00	31	64	247
08:00	32	61,4	243
09:00	32,4	59,1	242
10:00	33,4	56,6	244
11:00	34,2	55,7	242
12:00	34,7	52,7	243
13:00	35,5	50,1	243
14:00	35,3	53,9	243
15:00	35,2	58,6	242
16:00	35,4	55	244
17:00	35,5	51,7	245
18:00	34,9	55,4	242
19:00	34,5	57	244
20:00	34,4	59,5	243
21:00	34,1	63	241
22:00	33,6	64,6	242
23:00	33,3	66,2	246
23:59	33,1	66,3	247



Gambar 23. Grafik Pengambilan Data Pada Kubikel Hari ke-2

Hasil pengambilan data hari ke-2, dapat dilihat pada tabel 5.

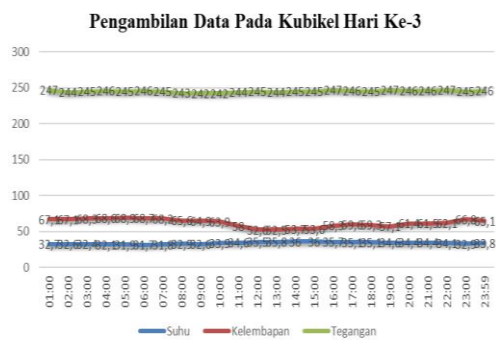
Tabel 5. Pengambilan Data Pada Kubikel ke-2

WAKTU JAM	DHT 22		TEGANGAN (V)
	SUHU (°C)	RH (%)	
01:00	32,7	67,6	244
02:00	32,7	67,3	244
03:00	32,1	68,5	244
04:00	31,8	68,6	246
05:00	31,6	68,4	245
06:00	31,4	67,7	245
07:00	31,3	68,2	245
08:00	32,6	62,9	243
09:00	32,6	63	242
10:00	33,9	60	242
11:00	33,9	58,3	242
12:00	35,6	51,7	246
13:00	35,8	50,5	244
14:00	35,9	50,5	243
15:00	36	51	244
16:00	35,9	57,2	247
17:00	35,4	57,4	247
18:00	35,9	57,2	247
19:00	34,7	57,2	247
20:00	34,6	58,1	246
21:00	34,1	62,7	245
22:00	34	62,9	248
23:00	33,9	63	244
23:59	33,5	64,1	246

Hasil pengambilan data hari ke-3, dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Pengambilan Data Pada Kubikel Hari ke-3

WAKTU JAM	DHT 22		TEGANGAN (V)
	SUHU (°C)	RH (%)	
01:00	32,7	67,1	247
02:00	32,6	67,1	244
03:00	32,4	68,3	245
04:00	32,1	68,6	246
05:00	31,9	68,9	245
06:00	31,7	68,7	246
07:00	31,8	68,2	245
08:00	32,9	65,6	243
09:00	32,6	64,9	242
10:00	33,9	63,9	242
11:00	34,6	58	244
12:00	35,5	52,6	245
13:00	35,8	52,5	244
14:00	36	53,7	245
15:00	36	53,6	245
16:00	35,7	58,3	247
17:00	35,1	59,6	246
18:00	35,1	59,3	245
19:00	34,6	57,1	247
20:00	34,4	61,4	246
21:00	34,4	61,5	246
22:00	34,1	62,1	247
23:00	32,9	66,8	245
23:59	33,8	65,1	246



Gambar 24. Grafik Pengambilan Data Pada Kubikel Hari ke-3

C. Analisa

Dari hasil pengambilan data yang telah dilakukan, dapat dianalisa bahwa rata-rata suhu yang terbaca pada kubikel gardu CN65 adalah 33,72 °C, rata-rata nilai kelembapan adalah 60,82 % dan rata-rata nilai tegangan adalah 244,7 V. Itu artinya termasuk dalam kondisi yang normal, dimana batas suhu dalam kondisi normal adalah 35 °C dan batas kelembapan dalam kondisi normal adalah 75%. Ketika nilai suhu dan kelembapan melebihi batas tersebut, dan tegangan hilang atau tidak ada, maka dikategorikan pada kondisi yang tidak aman dan notifikasi akan muncul pada MIT App Inventor, sehingga petugas bisa segera melakukan tindakan pada kubikel tersebut untuk meminimalisir terjadinya korona.

Ketika memasuki pukul 11:00 – 17:00 WIB akan mempengaruhi nilai suhu dan kelembapan karena pengaruh cuaca di luar. Pada waktu puncak beban, yaitu mulai pukul 17:00 – 22:00 WIB waktu setempat, nilai kelembapan dipengaruhi oleh beban pemakaian yang tinggi. Setelah melewati waktu beban puncak yaitu mulai pukul 22:00 – 11:00 WIB nilai kelembapan mengalami kenaikan karena beban pemakaian yang turun yang menyebabkan udara di dalam kubikel sedikit lembap.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang telah dilakukan dalam penelitian ini mulai dari tahap perancangan, pengujian, dan pembahasan hasil pengujian secara keseluruhan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan. Dengan Prototype Monitoring Suhu dan Kelembapan pada Kubikel 20 kV berbasis IoT telah berhasil dibuat dan dapat berfungsi dengan baik secara keseluruhan.

Rata-rata suhu yang bekerja pada kubikel gardu CN65 senilai 34,45 °C dan rata-rata kelembapan yang bekerja senilai 55,68%, dimana bisa dikategorikan dalam kondisi normal atau aman. Batas suhu dalam kondisi normal adalah 35 °C dan batas kelembapan dalam kondisi normal adalah 75%, dengan Notifikasi akan muncul ketika nilai suhu dan kelembapan telah melebihi batas normal dan ketika tegangan hilang atau tidak ada. Maka dengan adanya alat

ini, akan memudahkan petugas untuk memonitoring kubikel secara online dan realtime sehingga dapat mempercepat tindakan petugas ketika terjadi anomali pada kubikel tersebut.

Referensi

- [1] A. Mathematics, “濟無No Title No Title No Title,” pp. 1–23, 2016.
- [2] A. Afdillah and A. I. Agung, “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Suhu dan Kelembapan sebagai Pencegahan Kegagalan Isolasi pada Kubikel,” *J. Tek. Elektro Unesa*, vol. 8, pp. 703–709, 2020.
- [3] “View of ANALISA EFEK KORONA PADA SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK 20 KV PADA GARDU BETON.pdf.”
- [4] M. Gembong, A. Rahman, and S. Broto, “Perancangan Sistem Kontrol Suhu Dan Kelembapan Udara Pada Kubikel 20Kv Berbasis Internet of Things (Iot),” vol. 3, no. 2, pp. 440–450.
- [5] A. Rahmadani, N. A. Windarko, and L. P. S. Raharja, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan serta Kendali Dua Heater pada Kubikel 20 kV Berbasis Sistem Informasi Geografis,” *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 21, no. 2, p. 219, 2022, doi: 10.24843/mite.2022.v21i02.p09.
- [6] D. Bosco, “Analisis Dan Simulasi Tegangan Awal Terbentuknya Korona Pada Model Kubikel,” *Skripsi Dep. Tek. Elektro Univ. Indones.*, 2008.
- [7] W. Adhiwibowo, A. F. Daru, and A. M. Hirzan, “Temperature and Humidity Monitoring Using DHT22 Sensor and Cayenne API,” *J. Transform.*, vol. 17, no. 2, p. 209, 2020, doi: 10.26623/transformatika.v17i2.1820.
- [8] F. Saputra, D. Ryana Suchendra, and M. Ikhsan Sani, “Implementasi Sistem Sensor Dht22 Untuk Menstabilkan Suhu Dan Kelembapan Berbasis Mikrokontroler Nodemcu Esp8266 Pada Ruangan Implementation of Dht22 Sensor System To Stabilize Temperature and Humidity Based on Microcontroller Nodemcu Esp8266 in Space,” *Proceeding Appl. Sci.*, vol. 6, no. 2, p. 1977, 2020.
- [9] N. Soedjarwanto and G. Forda Nama, “Monitoring Arus, Tegangan dan Daya pada Transformator Distribusi 20 KV Menggunakan Teknologi Internet of Things,” *J. EECIS*, vol. 13, no. 3, pp. 31–43, 2019, [Online]. Available: <https://jurnaleeccis.ub.ac.id/>
- [10] P. R. Adam, Purwanto Gendroyono, and Nur Hanifah Yuninda, “Monitoring Suplai Tegangan Pada Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Mikrokontroler Arduino Dan Sensor Tegangan Zmpt101B,” *J. Electr. Vocat. Educ. Technol.*, vol. 5, no. 2, pp. 37–43, 2020, doi: 10.21009/jevet.0052.06.
- [11] O. Beshlomo, No Titleการบริหารจัดการการบริการที่มีคุณภาพในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข, vol. 4, no. 1. 2023.
- [12] B. A. B. Ii and L. Teori, “Android Jurnal,” pp. 7–13, 2012.
- [13] F. A. T. Utami, W. Kasoep, and N. P. Novani, “Prototype Sistem Pendeteksi dan Penetralisir Asap Rokok pada Ruangan dengan Fitur Monitoring Suhu dan Kelembapan,” *Chipset*, vol. 3, no. 01, pp. 32–44, 2022, doi: 10.25077/chipset.3.01.32-44.2022.

- [14] A. Labusch, B. Eickelmann, and M. Vennemann, *Computational Thinking Processes and Their Congruence with Problem-Solving and Information Processing*. 2019. doi: 10.1007/978-981-13-6528-7_5.
- [15] M. A. Hasan, N. Nasution, and D. Setiawan, "Game Bola Tangkis Berbasis Android Menggunakan App Inventor," *Digit. Zo. J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 8, no. 2, pp. 160–169, 2017, doi: 10.31849/digitalzone.v8i2.641.