



RANCANG BANGUN SISTEM PENGUKURAN KINERJA BATERAI PADA BAGGAGE TOWING TRACTOR BERBASIS NODEMCU ESP8266 DAN APLIKASI ANDROID

I Gede Made Putra Suardana¹, Ida Bagus Made Harisanjaya Adi Nugraha²,
Dewa Gede Agung Padmanaba Pemayun³, Ida Bagus Irawan Purnama⁴,
I Gede Ketut Sri Budarsa⁵, Ida Bagus Ketut Sugirianta⁶, Anak Agung Ngurah Gde Sapteka⁷

^{1,2,3,4,5,6,7} Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali
Badung, Bali, Indonesia 80361

putrasuardana6@gmail.com, ghari856@gmail.com, dewagedepadmanaba@gmail.com, ida.purnama@pnb.ac.id,
sribudarsa@pnb.ac.id, ibksugirianta@pnb.ac.id, sapteka@pnb.ac.id

Abstract

An electric vehicle uses increasing in Indonesia. Airport services are also advancing the development of electric cars on Baggage Towing Tractors (BTT). BTT is used to attract aircraft baggage to the terminal baggage queue. BTT uses an electric engine as a driving force and an 80V battery as a voltage source. If the BTT battery is not managed correctly, then it is an effect on the battery life. This battery is prone to over-voltage, under-voltage, and over-heat. The project is necessary to develop a system that makes it easier for users to monitor battery performance and technicians during maintenance. The concept of this system is based on an android application. This application will provide real-time information about battery voltage, temperature, and humidity through Firebase Database. The data received by sensors is sent to the database via a microcontroller, which is connected to a Wi-Fi network. The android application will access the database and display data in real-time by ignoring previous data. This system is designed for users to determine the condition of the BTT battery that will be used. The system was tested to evaluate measurement accuracy and speed of updating data. From the test result, the level of accuracy system is around 97%, and it's rated as working optimally.

Keywords: Android, Battery, BTT, Firebase, Prototype, Realtime, Test, Wi-Fi

Abstrak

Kendaraan listrik mulai diperbanyak di Indonesia. Bandara pun juga ikut memajukan perkembangan kendaraan listrik ini pada Baggage Towing Tractor (BTT). BTT ini digunakan untuk menarik muatan bagasi pesawat menuju antrian bagasi terminal. BTT menggunakan mesin listrik sebagai penggerak dan baterai 80V sebagai sumber tegangannya. Baterai pada BTT ini belum dimanajemen dengan baik, sehingga dapat menyebabkan usia pakai baterai yang berkurang. Baterai ini rentan mengalami *over-voltage*, *under-voltage*, dan *over-heat*. Dari permasalahan ini, perlu dikembangkan sebuah alat yang mempermudah pengguna memantau kinerja baterai dan teknisi dalam melakukan perawatan baterai. Konsep alat ini adalah sistem manajemen baterai berbasis aplikasi android. Aplikasi ini nantinya akan memberi informasi tentang tegangan, suhu, dan kelembaban baterai secara *realtime* melalui Firebase Database. Data yang diterima oleh sensor, dikirim ke database melalui mikrokontroler yang terkoneksi jaringan Wi-Fi. Database itu nantinya akan diakses oleh aplikasi android dan menampilkan data yang terbaca secara *realtime* dengan mengabaikan data sebelumnya. Pengguna diharapkan dapat mengetahui secara langsung kondisi baterai dari BTT yang akan digunakan. Untuk menguji kinerja alat ini, dilakukan beberapa metode pengujian diantaranya pengujian akurasi pengukuran dan pengujian kecepatan update data. Dari pengujian itu didapatkan hasil kinerja alat dengan tingkat akurasi 97% sehingga alat ini dinilai bekerja dengan sangat optimal.

Kata kunci: Android, Baterai, BTT, Firebase, Pengujian, Prototipe, Realtime, Wi-Fi

1. PENDAHULUAN

Sistem transportasi di Indonesia saat ini sudah berkembang pesat. Perkembangan ini bahkan turut berdampak pada

Bandara I Gusti Ngurah Rai. Pihak Bandara memberikan kebijakan dalam memerangi penyebaran gas emisi khususnya di Bali. Salah satu kebijakannya adalah menggunakan kendaraan listrik seperti BTT (*Bagage*

Towing Tractor). Kendaraan ini difungsikan untuk menarik muatan bagasi pada pesawat terbang. Penggerak utama dari BTT adalah motor listrik, motor listrik ini menggunakan baterai *Lithium-Ion* sebagai sumber energi listrik. Sebagai media penyimpanan, baterai dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik [1]. Baterai *Lithium-Ion* memiliki densitas energi yang tinggi dan siklus hidup yang panjang. *Cobalt oxide (LiCoO₂)* merupakan bahan yang umum digunakan sebagai katoda pada baterai *Lithium-Ion*. Unsur kobalt termasuk jenis logam berat yang harganya sangat mahal serta bersifat reaktif, sehingga mudah meledak pada temperatur tinggi [2]. Sistem BMS (*Battery Management System*) merupakan sistem yang dapat memajemen daya baterai serta bisa dijadikan sistem pengukuran kelayakan baterai [3]. Sistem BMS tidak hanya bisa digunakan pada kendaraan listrik, tetapi pada semua alat yang menggunakan baterai. Salah satu contohnya adalah PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya). PLTS bisa memanfaatkan sistem BMS sebagai sistem *monitoring* dan kontrol beban baterai [4].

Baterai yang digunakan pada BTT belum dilengkapi dengan sistem *monitoring* dan proteksi, sehingga baterai tetap beroperasi dalam keadaan kurang maksimal. Selain itu, baterai menjadi mudah mengalami *over-voltage*, *over-heat* dan *under-voltage*. Usia pakai baterai sangat terpengaruh terhadap kendala-kendala ini. Jika baterai tetap beroperasi pada keadaan yang tidak ideal maka baterai dengan mudah mengalami kerusakan [5]. Sistem BMS juga melindungi baterai dari *overcharge* serta *overdischarge* yang bisa memangkas biaya perawatan baterai karena *life cycle* dari baterai meningkat [6].

Dari penelitian lain yang berkaitan dengan mendeteksi temperatur, dijelaskan adanya pembacaan suhu dan kelembaban ruangan dengan menggunakan sensor DHT11 yang hasilnya akurat [7]. Dari penelitian lainnya, untuk mengirim data pembacaan suhu, adapun mikrokontroler yang baik digunakan yaitu NodeMCU ESP8266 [8]. Sistem pembacaan suhu ini nantinya kami kombinasikan dengan pembaca tegangan DC. Sensor tegangan DC hanya mampu mengukur tegangan maksimal 25V [9]. Pada tahap penyimpanan data, Firebase berfungsi sebagai *cloud database* yang dihubungkan dengan aplikasi Android melalui Kodular [10] [11].

Dari penelitian yang sudah dilakukan terkait BMS dan sistem yang kami gunakan, belum ada studi yang mendesain sistem BMS dengan penyimpanan datanya secara *realtime* menggunakan Firebase sebagai *database*. Pemanfaatan *realtime database* ini sangat bermanfaat untuk mengetahui secara langsung dan cepat tanpa menghabiskan tempat penyimpanan data yang besar. Selain itu, pada penelitian yang sudah ada sebelumnya, tidak ada sensor tegangan DC yang mampu mengukur hingga 80V atau lebih, dan dibuatkan aplikasi android untuk mengakses data pengukurannya. Apabila baterai tidak dipantau dengan mudah dan langsung, maka kemungkinan kerusakan pada baterai lebih tinggi. Ini dikarenakan kecil kemungkinan pengguna melakukan pengukuran tegangan baterai secara manual baik sebelum ataupun setelah penggunaan BTT.

Untuk itu, pada artikel ini dilaporkan tentang BMS pada BTT menggunakan sebuah sistem yang dapat menampilkan data secara *realtime* dan sangat mudah diakses melalui *smartphone*.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tahapan penelitian

Ada berbagai tahapan dalam melakukan penelitian pengukuran tegangan pada BTT ini, diantaranya:

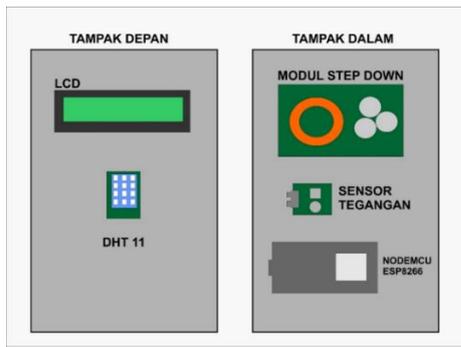
2.1.1 Tahap Penyiapan Prototipe

Alat BMS yang di buat berbentuk kotak yang nantinya akan dipasang pada panel baterai BTT. Tegangan yang dibaca akan diterima oleh NodeMCU ESP8266, kemudian diteruskan ke Firebase. Untuk dapat mengirimkan data hasil pengukuran sensor ke Firebase, maka NodeMCU ESP8266 harus terhubung dengan jaringan internet. Sensor tegangan yang digunakan berkapasitas 0 - 25V DC sebanyak 1 buah. Sensor ini di hubungkan ke *resistor* dan kapasitor untuk memodifikasi sensor tegangan DC agar dapat membaca tegangan lebih dari 25V. Sensor yang digunakan untuk membaca suhu dan kelembaban adalah DHT 11. Agar dapat menyuplai daya 5V DC dari BTT, diperlukan modul *stepdown 24V to 5V*.

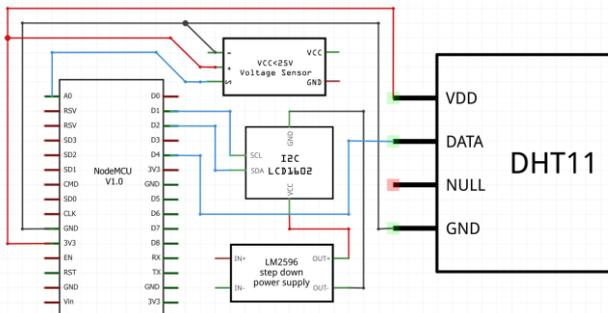
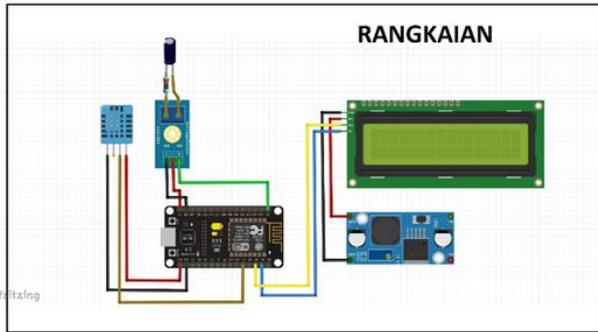
Gambar 1 memperlihatkan susunan penempatan komponen dalam kotak sebagai *casing*. Pada Gambar 2 ditampilkan rangkaian dan skematik yang berisi *wiring* antar komponen. Pada penelitian ini menggunakan LCD sebagai media *monitoring offline*. LCD yang digunakan bertipe LCD yang terhubung dengan konektor I2c dengan ukuran 16 × 2 sebanyak 1 buah yang dipasangkan pada bagian depan alat.

2.1.2 Tahap Perancangan Data *Logger* dengan Arduino IDE dan Firebase

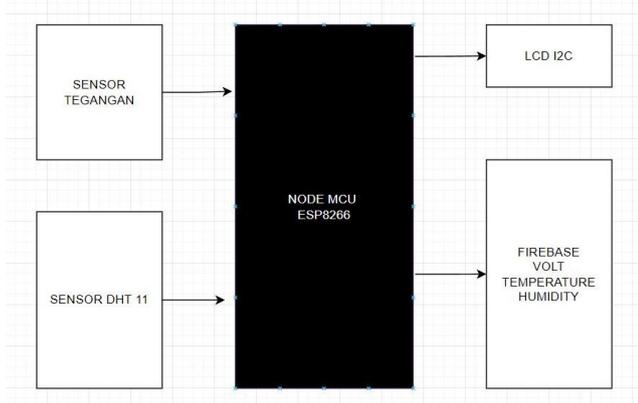
Agar NodeMCU dapat menerima koneksi *Wi-Fi*, Arduino IDE perlu ditambahkan sebuah *library* yang bernama ESP8266WiFi, sedangkan untuk mengakses data ke Firebase diperlukan sebuah *library* yang bernama *Firebasearduino*. Sensor DHT 11 dapat mengirimkan data ke NodeMCU ESP 8266 dengan *library* DHT dan didefinisikan dengan *script* DHTTYPE, sedangkan agar LCD dapat menampilkan data hasil pengukuran, diperlukan *library* *LiquidCrystal_I2C*. Data pembacaan yang didapatkan dari sensor tegangan dan sensor DHT 11 didefinisikan dalam bentuk integer. Gambar 3 merupakan diagram alur data sensor tegangan, sensor DHT 11, NodeMCU ESP8266, dan Firebase.



Gambar 1. Penempatan Komponen



Gambar 2. Rangkaian dan Skematik

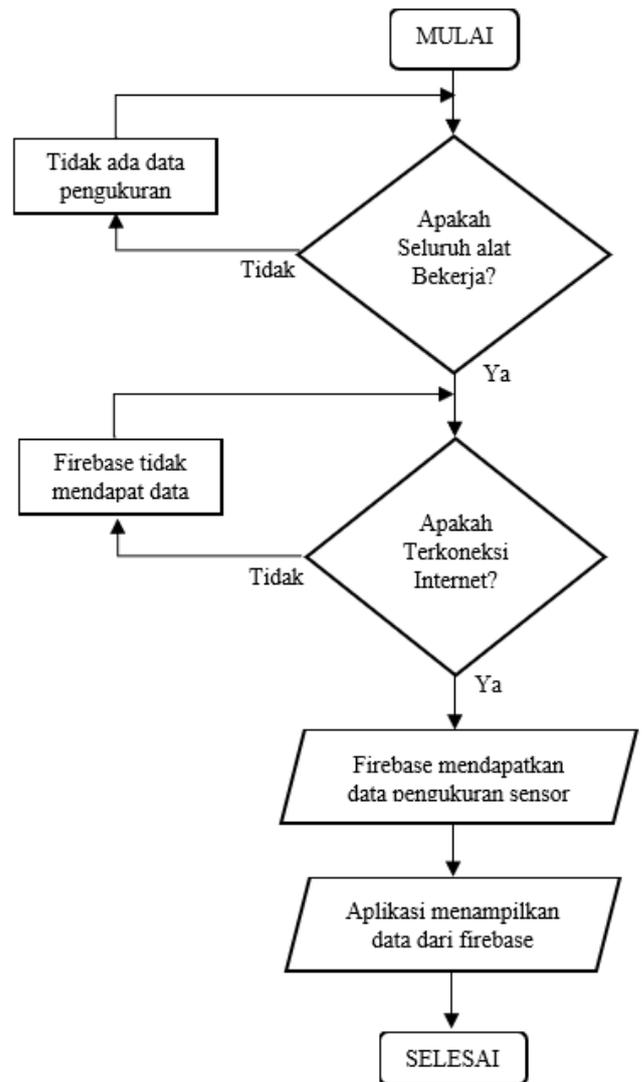


Gambar 3. Diagram Alur Data Sensor Tegangan, Sensor DHT 11, NodeMCU ESP8266, dan Firebase

2.1.3 Tahap Perancangan Aplikasi Android Berbasis Kodular

Dari Gambar 4 dapat dilihat tahapan perancangan aplikasi dimana aplikasi android akan terus mengambil data pengukuran BMS dari Firebase database selama BMS

diaktifkan dan terkoneksi dengan internet melalui *Wi-Fi*. Data suhu dan kelembaban serta tegangan dibaca dengan tipe integer sehingga pada Firebase database dapat berubah sesuai dengan waktu *update* dari pembacaan sensor. *Delay update* pembacaan sensor diatur pada waktu interval 1 detik.



Gambar 4. Alur Proses Kerja BMS

2.1.4 Tahap Uji Coba

Pengujian alat dilakukan dengan simulasi di area *workshop* yang terkoneksi jaringan *Wi-Fi*. Ada tiga pengujian yang dilakukan, yang pertama pengujian akurasi pengukuran tegangan. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan nilai tegangan (V) antara alat BMS dengan Avometer. Berikutnya pengujian kecepatan *update* data, dilakukan dengan mengukur baterai BTT yang berbeda dan menghitung waktu yang diperlukan alat untuk memperbaharui data pengukuran tegangan, suhu, dan kelembaban, yang terakhir pengujian menggunakan aplikasi. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan apakah data yang tampil pada LCD yang terpasang pada alat sesuai dengan aplikasi pada *smartphone*. Tahap uji coba ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Tahap Ujicoba BMS pada BTT

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Prototipe BMS

Gambar 6 memperlihatkan alat prototipe *battery management system* yang dibuat dalam bentuk *box monitoring*. *Box* ini nantinya dapat diletakkan pada panel baterai BTT. *Casing* prototipe menggunakan bahan *box* plastik. Prototipe ini memiliki dimensi panjang 18 cm, lebar 11 cm, tinggi 6 cm dengan bobot total 250gr. Prototipe ini tidak anti air karena terdapat beberapa rongga yang bisa dimasuki air sehingga mengganggu koneksi kelistrikan di dalamnya. Bagian ini menjelaskan tentang hasil yang didapatkan dari penelitian. Selain itu, penting bagi peneliti untuk dapat menjelaskan persamaan dan perbedaan penelitian yang telah dilakukan dengan penelitian sebelumnya, meliputi metode, data, dan hasil.



Gambar 6. Prototipe BMS

3.2 Pengujian Akurasi Pengukuran

Hasil perbandingan pengukuran tegangan dari alat BMS dengan alat terverifikasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Alat

Pengukuran ke-	BMS	AVOmeter	Akurasi
1	81,83 V	82,7 V	98,95%
2	80,01 V	80,6 V	99,27%
3	77,07 V	78,5 V	98,18%
4	71,83 V	76,5 V	93,9%

Pengukuran ke-	BMS	AVOmeter	Akurasi
5	53,16 V	57,8 V	92%
6	78,30 V	78,9 V	99,24%
7	75,18 V	76,2 V	98,66%
8	70,89 V	72,2 V	98,18%
9	68,51 V	70 V	97,87%
10	62,12 V	64,5 V	96,31%

Dari hasil rata-rata yang masih di atas 90% ini, alat BMS dinyatakan bekerja dengan sangat optimal dalam melakukan pengukuran. Dapat dilihat dari kelima hasil pengukuran, semakin kecil tegangan, maka semakin kecil tingkat akurasinya. Hal ini disebabkan oleh besarnya nominal tahanan yang dihubungkan dengan sensor tegangan, sehingga pengukuran bisa sangat akurat apabila mengukur tegangan dengan besaran yang sesuai dengan tahanan yang dihubungkan ke sensor. Pengujian akurasi pengukuran dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Pengujian Akurasi Pengukuran

3.3. Pengujian Kecepatan Update Data

Pengujian kecepatan *update* data dilakukan dengan membandingkan catatan waktu yang diperlukan aplikasi BMS untuk mendeteksi dan *memonitor* data sesuai dengan data terbaru. Perhitungan waktu *update* data dimulai tepat pada saat melakukan pengukuran. Kecepatan ini merupakan pengukuran keandalan dari mikrokontroler yang digunakan, yaitu mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Pengukuran ini menggambarkan seberapa cepat mikrokontroler menangkap sinyal *Wi-Fi* yang terhubung dan seberapa cepat mengirim data ke sistem *database*. Tabel 2 memperlihatkan hasil pengukuran waktu *update* aplikasi BMS dalam satuan detik.

Tabel 2. Pengujian Kecepatan Update Data

Pengukuran ke-	Waktu
1	1 S
2	2 S
3	2 S
4	1 S
5	1 S

Pengukuran ke-	Waktu
6	2 S
7	1 S
8	2 S
9	2 S
10	2 S

Menurut perhitungan di atas, aplikasi BMS ini memiliki *delay* pengiriman data dengan rata-rata yang sangat kecil, hanya 1,6 *second*. Ini membuktikan mikrokontroler yang digunakan (NodeMCU ESP8266) bekerja dengan sangat optimal dalam menangkap sinyal *Wi-Fi* yang ada di sekitar alat BMS.

3.4 Pengujian Menggunakan Aplikasi

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah Firebase sebagai *database* mampu berkomunikasi dengan aplikasi yang telah dibuat dari Kodular *App Inventor* yang diakses secara *online*. Selain itu, pengujian ini juga menguji kelayakan aplikasi Android. Pada Gambar 8 ditampilkan tampilan data pada aplikasi BMS yang terdapat pada *smartphone* sesuai dengan data pengukuran yang terdapat pada LCD. Hasil pengujian yang didapatkan bahwa aplikasi BMS ini berjalan dengan sangat lancar bergantung pada kondisi internet yang terhubung dengan mikrokontroler dari alat BMS. Aplikasi BMS juga memerlukan koneksi internet untuk mengambil data dari *real-time database* yang hanya bisa diakses secara *online*.



Gambar 8. Pengujian Menggunakan Aplikasi

4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah memaparkan implementasi sensor DHT 11, sensor tegangan 0-25V DC yang dimodifikasi sehingga bisa membaca tegangan lebih dari 25V, NodeMCU ESP8266, Firebase, dan Kodular yang digunakan untuk mengukur kinerja baterai BTT. Prototipe alat BMS ini dibuat memiliki dimensi panjang 18 cm, lebar

11 cm, tinggi 6 cm dengan bobot total 250gr. Data berupa tegangan (V), suhu (C), dan kelembaban (H) yang didapat dari sensor tegangan 0- 25V DC dan sensor DHT 11 dikirim ke Firebase melalui jaringan *Wi-Fi*. Data tersebut kemudian ditampilkan pada Kodular dalam bentuk data tegangan, suhu dan kelembaban dan kualitas baterai. Hasil pengujian menunjukkan alat ini memiliki akurasi pengukuran yang sangat baik dan interval waktu *delay* yang pendek. Saat penggunaannya pada *smartphone*, hasil pembacaan pada aplikasi sesuai dengan yang terdapat pada layar LCD. Untuk ke depannya, akan dilakukan pengembangan pada alat ini agar dapat mengukur perkiraan jarak tempuh yang bisa ditempuh dengan kapasitas terkini baterai pada BTT. Fitur ini akan sangat membantu dalam penggunaan BTT tiap harinya. Fungsi fitur ini agar mengetahui pengaruh beban yang ditarik BTT terhadap kinerja baterai. Alat ini juga akan diperbaiki ke depannya agar presisi dan tahan air.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Otong, D. Aribowo, and R. Wahyudi, "Perancangan Modular Baterai Lithium Ion (Li-Ion) untuk Beban Lampu LED," *Setrum: Sistem Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol. 8, no. 2, pp. 260–273, 2019.
- [2] A. Satriady, W. Alamsyah, A. Hi Saad, and S. Hidayat, "Pengaruh Luas Elektroda Terhadap Karakteristik Baterai LiFePO 4," *Jurnal Material dan Energi Indonesia*, vol. 06, no. 02, pp. 43–48, 2016.
- [3] Hilmansyah, R. M. Utomo, A. W. Saputra, and R. F. Alif, "Rancang Bangun Wireless Battery Monitoring System Berbasis Esp32," in *Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan*, 2020, pp. 194–199.
- [4] R. Alfita, K. Joni, and F. D. Darmawan, "Design of Monitoring Battery Solar Power Plant and Load Control System based Internet of Things," *Teknik*, vol. 42, no. 1, pp. 35–44, 2021.
- [5] P. Ningrum, N. A. Windarko, and Suhariningsih, "Aplikasi Battery Management System (BMS) dengan State of Charge (SOC) Menggunakan Metode Modified Coulomb Counting," *Jurnal Inovtek*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2019.
- [6] L. Soehartono, A. Musafa, and Sujono, "Perancangan Sistem Manajemen Baterai Pada Mobil Listrik Studi Kasus: Baterai Kapasitas 46Ah 12V Pada Neo Blits 2," *Jurnal Maestro*, vol. 3, no. 1, pp. 86–97, 2020.
- [7] N. Hidayati Lusita Dewi, M. Rohmah F, and S. Zahara, "Prototype Smart Home Dengan Modul Nodemcu Esp8266 Berbasis Internet of Things (Iot)," *Jurnal Teknik Informatika*, p. 3, 2019.

- [8] C. Rozikin and Purwantoro, "Sistem Monitoring Tingkat Suhu Udara Dan pH Air Pada Budidaya Ikan Hias Discus Berbasis Wireless Sensor Network," *Jurnal Teknologi Terpadu*, vol. 5, no. 2, pp. 42–48, 2019.
- [9] A. Imron, T. Andromeda, and B. Setiyono, "Perancangan Akuisisi Data Pada Panel Rtu Pt. Pln (Persero) Berplatform Android," *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 7, no. 2, 2018.
- [10] A. Kumala and S. Winardi, "Aplikasi Pencatatan Perbaikan Kendaraan Bermotor Berbasis Android," *Jurnal Intra Tech*, vol. 4, no. 2, pp. 112–120, 2020.
- [11] A. Sonita and R. F. Fardianitama, "Aplikasi E-Order Menggunakan Firebase dan Algoritme Knuth Morris Pratt Berbasis Android," *Jurnal Pseudocode*, vol. 5, no. 2, pp. 38–45, 2018.