

RANCANGAN MONITORING BATTERY CHARGING PERALATAN GLIDE PATH SELEX SI-2100 MENGGUNAKAN NODEMCU BERBASIS APLIKASI ANDROID

Achmad Naufal^{1*}, Muhammad Arif Sulaiman², Eriyandi³

^{1,2,3}Politeknik Penerbangan Indonesia Curug

Received: 2 Januari 2025
Accepted: 14 Januari 2025
Published: 20 Januari 2025

Keywords:

Glide Path, Battery
Charging, Battery back up,
BCPS

Correspondent Email:

achmadnaufal2@gmail.com

Glide Path bekerja pada frekuensi Ultra High Frekuensi (UHF) antara 309,15Mhz hingga 335,4Mhz dan berfungsi memberikan informasi panduan sudut luncur 3° saat melakukan prosedur pendaratan agar pesawat mendarat tepat pada touchdown. Pada Perusahaan umum (Perum) Lembaga Penyelenggara Pelayanan Navigasi Penerbangan Indonesia (LPPNPI) Cabang Palembang dalam pelaksanaan perawatan peralatan navigasi diwajibkan mengisi LogBook harian terutama pada peralatan Glide Path merek Selex tipe SI-2100. Sesuai Peraturan Direktur Jendral Perhubungan KP 35 Pasal 12 Tahun 2019 ayat 2 dijelaskan bahwa pada poin b pemeriksaan status indikator dan pembacaan parameter termasuk kedalam pemeliharaan tingkat 1 fasilitas navigasi penerbangan. Oleh karena itu, penulis memiliki ide untuk membuat sebuah rancangan monitoring Battery Charging pada peralatan Glide Path yang dapat memonitoring tegangan pada baterai 1 dan baterai 2 dengan menampilkan informasi suhu, tegangan, arus dan daya secara aman dan mudah. Diharapkan rancangan ini dapat digunakan sebagai monitoring tegangan Battery Charging pada peralatan Glide Path merk Selex agar memudahkan teknisi untuk melakukan perawatan dan memonitoring baterai back up peralatan navigasi Glide Path Selex SI-2100 yang sebelumnya hanya menggunakan avo meter sebagai media alat ukur.

Glide Path operates at Ultra High Frequency (UHF) frequencies between 309.15 MHz and 335.4 MHz and functions to provide a 3° glide slope guidance angle during landing procedures to ensure the aircraft lands precisely at the touchdown point. At the public company (Perum) Lembaga Penyelenggara Pelayanan Navigasi Penerbangan Indonesia (LPPNPI) Palembang Branch, it is mandatory to fill out a daily LogBook for the maintenance of navigation equipment, particularly for the Glide Path equipment, Selex brand, type SI-2100. According to the Regulation of the Director General of Transportation KP 35 Article 12 of 2019 paragraph 2, it is explained that point b, the inspection of indicator status and parameter readings, is included in level 1 maintenance of aviation navigation facilities. Therefore, the author has the idea to design a Battery Charging monitoring system for the Glide Path equipment that can monitor the voltage of battery 1 and battery 2, displaying information on temperature, voltage, current, and power safely and easily. It is hoped that this design can be used to monitor the Battery Charging voltage on the Selex brand Glide Path equipment to facilitate technicians in maintaining and monitoring the backup batteries of the Glide Path Selex SI-2100 navigation equipment, which previously only used an avo meter as the measuring tool..

1. PENDAHULUAN

Instrument Landing System (ILS) merupakan alat bantu navigasi pendaratan menggunakan gelombang radio secara instrumen (non visual) yang digunakan penerbang dalam melakukan prosedur pendekatan dan pendaratan pesawat di suatu bandara. ILS berguna untuk memudahkan pilot untuk pendekatan ke landasan terutama pada waktu cuaca kurang baik dan visibility yang terbatas. ILS dioperasikan beserta alat bantu navigasi yang lainnya seperti Direct Measuring Equipment (DME), Very High Frequency Omnidirectional Range (VOR) dan Non Directional Beacon (NDB). ILS terdiri dari 3 komponen utama yaitu Localizer, Glide Path, Marker Beacon [1].

Glide Path bekerja pada frekuensi Ultra High Frekuensi (UHF) antara 309,15Mhz hingga 335,4Mhz dan berfungsi memberikan informasi panduan sudut luncur 3° saat melakukan prosedur pendaratan agar pesawat mendarat tepat pada touchdown [1]. Glide path mengirimkan dua signal salah satunya termulasi pada frekuensi 90 Hz, dan yang lainnya termulasi pada frekuensi 150 Hz dipancarkan ke bawah sudut luncur. Garis tengah dari kedua signal tersebut digunakan untuk menentukan sudut luncur pesawat kurang lebih 3° di atas tanah [2].

Pada Perusahaan umum (Perum) Lembaga Penyelenggara Pelayanan Navigasi Penerbangan Indonesia (LPPNPI) Cabang Palembang dalam pelaksanaan perawatan peralatan navigasi diwajibkan mengisi LogBook harian terutama pada peralatan Glide Path merek Selex tipe SI-2100 yang berada pada runway 11 Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II. Pencatatan logbook di setiap peralatan komunikasi, navigasi, surveillance dan juga data processing itu sangatlah penting karena dengan menulis logbook dengan form yang sudah ada peralatan dapat kita monitor apabila terjadi kerusakan, dan akan segera diambil langkah perbaikan. Sesuai Peraturan Direktur Jendral Perhubungan Udara KP 35 Pasal 14 Tahun 2019 tentang Buku Catatan Fasilitas dan Kegiatan (Facility Log Book) bahwa Penyelenggara pelayanan harus melakukan pencatatan kegiatan pemeliharaan pencegahan dan pemeliharaan perbaikan

fasilitas telekomunikasi penerbangan dalam buku catatan fasilitas dan kegiatan (facility log book) [3].

Pada peralatan Glide Path merek Selex teknisi selalu mengisi form dengan beberapa format yang harus diisi diantaranya pencatatan indikator TX1 dan TX2 yang memancar atau on load, mencatat tegangan pada Baterai 1 dan Baterai 2, mencatat suhu ruangan, dan mencatat tindakan yang dilakukan di shelter peralatan Glide Path tersebut. Dalam melaksanakan pencatatan log book teknisi diwajibkan membawa alat ukur avometer berguna untuk mengukur tegangan pada baterai 1 dan 2 peralatan Glide Path. Tindakan perawatan ini sesuai dengan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara KP 35 Pasal 12 ayat 2 dijelaskan bahwa pada poin b pemeriksaan status indikator dan pembacaan parameter termasuk kedalam pemeliharaan tingkat 1 fasilitas navigasi penerbangan[3]. Saat kondisi di lapangan untuk memudahkan melakukan perawatan peralatan navigasi Glide Path Selex SI-2100 maka dibutuhkan sebuah inovasi rancangan monitoring yang dapat standby alone pada bagian baterai back up, mengingat baterai back up adalah salah satu bagian terpenting pada peralatan navigasi Glide path demi menjaga agar peralatan Glide Path tetap mendapat supply listrik ketika arus PLN terputus.

Beberapa penelitian monitoring yang pernah menggunakan mikrokontroller yang dibuat oleh Zainul As'adi dkk tentang "Sistem Monitoring Arus dan Tegangan Pada Baterai Kendaraan Bermotor (ACCU) Berbasis Arduino UNO." [4], ada juga penelitian oleh Nujkhan Tamara dkk yang berjudul "Monitoring Tegangan Aki Kendaraan Berbasis Smartphone Android." [5]. Selain itu, penelitian oleh Afrizal Fitriadi dkk "Rancang Bangun Alat Monitoring Arus dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler dengan SMS Gateway." [6], dan juga penelitian oleh Leonandi Agustin dengan judul penelitian "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kondisi Aki Pada Kendaraan Bermotor." [7], oleh karena itu, Penulis memiliki ide untuk membuat sebuah rancangan monitoring Battery Charging pada peralatan Glide Path yang dapat memonitoring tegangan pada baterai 1 dan baterai 2 dengan aman dan mudah serta

memiliki kelebihan dari penelitian sebelumnya yaitu dapat menampilkan nilai daya langsung yang diambil dari pengukuran nilai arus dan tegangan, terdapat indikator pengingat tegangan berlebih dan tegangan rendah, dan menggunakan OLED display sebagai layar menampilkan informasi sehingga informasi suhu, tegangan, arus, daya pada baterai secara lengkap dapat tampil pada satu tampilan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Glide Path

Glidepath pada suatu bandara berfungsi sebagai alat bantu untuk pilot ketika akan melakukan pendaratan. Glidepath memberikan informasi pendaratan secara vertical untuk mendapatkan sudut pendaratan tiga derajat (3°). Glide Path memberikan sudut pendaratan secara vertical untuk mendapat sudut pendaratan yang sesuai yaitu sebesar tiga derajat (3°) [8]. Bekerja pada band frequency yaitu pada 328,6 MHz – 335,4 MHz. Pancaran signal Glide Path terbentuk karena ada dua signal guidance yang dimodulasikan secara AM (Amplitude Modulation) yaitu signal guidance 90 Hz dan signal guidance 150 Hz. Dua signal ini memiliki kedalaman modulasi yang sama, yaitu sebesar 40%. Pada path 90 Hz sebesar 40% dan pada Path 150 Hz sebesar 40%. Jumlah kedua kedalaman modulasi ini disebut juga dengan sum of the modulation depths (SDM). Sementara perbedaan kedalaman modulasi disebut dengan difference in depth of modulation (DDM) dimana nantinya informasi nilai DDM inilah yang akan menjadi indikator utama bagi seorang teknisi dalam menentukan kelurusan sudut luncur dari Glide Path tersebut. Diatas daerah path, signal modulasi 90 Hz lebih dominan dibandingkan 150 Hz, sedangkan di daerah bawah path, 150 Hz dominan dibandingkan 90 Hz. Glide Path memiliki 3 antena yaitu antenna yaitu upper, midle dan lower antenna. Sinyal CSB dan SBO mempunyai phase yang sama, maka hasil penggabungan kedua gelombang

tersebut tidak menunjukkan perbedaan kedalaman modulasi atau biasa disebut difference in depth of modulation (DDM) [9].

2.2. NodeMCU (*Node MicroController Unit*)

Salah satu alat mikrokontroler yang dapat digunakan yaitu NodeMCU. NodeMCU adalah sebuah papan mikrokontroler. NodeMCU sering digunakan dalam aplikasi smarthome karena NodeMCU menyediakan semua kebutuhan untuk menjalankan fungsi mikrokontroler. NodeMCU adalah modul nirkabel yang dapat menghubungkan perangkat ke internet, sehingga dapat mendukung implementasi Internet of Things (IoT) [10]. NodeMCU mikrokontroler canggih yang dilengkapi dengan konektivitas Wi-Fi bawaan, berperan sebagai pusat pemrosesan utama pada node. Mikrokontroler ini menyediakan koneksi nirkabel ke server online, sehingga memungkinkan pengiriman serta analisis data secara real-time [11]. NodeMCU yang digunakan pada penelitian ini yaitu mikrokontroler yang dapat mengendalikan berbagai modul, sensor, dan berbagai hardware yang mendukung seperti OLED display. NodeMCU compatible dengan Arduino IDE. Di dalam mikrokontroler ini terdapat chip Bluetooth Low Energy (BLE) dan modul WiFi sehingga sangat menunjang dalam pembuatan sistem aplikasi Internet of Things [12].

2.3. Baterai

Baterai atau Storage Battery adalah sebuah sel atau elemen sekunder dan merupakan sumber arus listrik searah yang dapat mengubah energy kimia menjadi energy listrik. Baterai termasuk elemen elektro kimia yang dapat mempengaruhi zat pereaksinya, sehingga disebut elemen sekunder. Kutub positif baterai menggunakan lempeng oksida dan kutub negatifnya menggunakan lempeng timbal

sedangkan larutan elektrolitnya adalah larutan asam sulfat [13].

Ketika baterai dipakai, terjadi reaksi kimia yang mengakibatkan endapan pada anoda (reduksi) dan katoda (oksidasi). Akibatnya, dalam waktu tertentu antara anoda dan katoda tidak ada beda potensial, artinya Baterai menjadi kosong. Supaya Baterai dapat dipakai lagi, harus diisi dengan cara mengalirkan arus listrik ke arah yang berlawanan dengan arus listrik yang dikeluarkan kanbaterai itu. Ketika baterai di isi akan terjadi pengumpulan muatan listrik. Pengumpulan jumlah muatan listrik dinyatakan dalam ampere jam disebut tenaga baterai. Pada kenyataannya, pemakaian baterai tidak dapat mengeluarkan seluruh energy yang tersimpan baterai itu. Oleh karenanya, baterai mempunyai rendemen atau efisiensi [14].

2.4. BCPS (*Battery Charging Power Supply*)

Baterai charging dimulai dengan pengisian cepat arus konstan yang bertransisi ke tegangan konstan, dan ketika arus turun menjadi 10% dari arus pengisian cepat awal ke float voltage. Baterai charging juga mendeteksi kondisi baterai “open” dan baterai “shorted” yang menyebabkan “Battery Fault” dikeluarkan serta menyalakan indikator “BAT_FAULT”. Indikator lainnya oleh ketiadaan power input +24.5V(Merah), On Batteries (Kuning), Fast Charging (Kuning), Maintenance charging (Hijau), dan Converters OK (Hijau). Indikator Fast Charging berkedip selama periode pra pengisian dimana keberadaan baterai terdeteksi [15].

2.5. Sensor INA226

INA226 adalah sensor yang dirancang khusus untuk memonitor daya, arus, dan tegangan. Dengan kemampuannya mendeteksi tegangan dalam rentang 0-36 Volt, perangkat ini beroperasi dengan suplai listrik antara 2,7 Volt hingga 5,5 Volt, memiliki arus suplai

sebesar 330 μ A. Sensor ini dapat berfungsi dalam berbagai kondisi suhu, mulai dari -40°C hingga 125°C, dan dilengkapi dengan 16 alamat yang dapat diprogram melalui antarmuka yang kompatibel dengan I2C[16]. Cara kerja INA266 yaitu dengan cara mengukur tegangan drop melintasi resistor shunt (Rshunt) untuk menentukan nilai arus. Selain itu, sensor ini mampu mengukur tegangan pasokan bus dari suatu rangkaian. Dengan memprogram nilai kalibrasi, waktu konversi, dan rata-rata, serta menggabungkannya dengan faktor perkalian, INA226 dapat menghitung nilai arus (dalam Ampere) dan daya (dalam Watt) secara langsung. Rentang tegangan yang dapat diukur oleh sensor ini berkisar dari 0V hingga +36V. INA226 umumnya digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk di dalam server, peralatan telekomunikasi, komputer, pengisi daya baterai, dan berbagai bidang lainnya[17].

2.6. OLED (*Organic Light Emitting Diode*)

OLED adalah singkatan dari Organic Light Emitting Diode atau OrganicLED. Layar OLED terdiri dari panel yang mengandung elemen-elemen organik berbasis karbon yang dapat memancarkan cahaya sendiri ketika dialiri arus listrik, sehingga tidak memerlukan lampu belakang seperti yang terdapat pada teknologi LCD dan IPS/LED generasi sebelumnya. OLED dapat menghasilkan warna hitam yang pekat dengan mematikan listrik secara individual di setiap pixel, sehingga lebih efisien dalam penggunaan daya. Selain itu, layar OLED menawarkan kualitas gambar, resolusi, dan reproduksi warna yang lebih baik dibandingkan dengan teknologi sebelumnya. Layar ini juga memberikan sudut pandang yang lebih luas, dan layarnya lebih tipis serta lebih ringan. Namun, perlu dicatat bahwa OLED masih menghadapi

tantangan ketika digunakan di bawah sinar matahari, di mana kinerjanya mungkin belum optimal. Layar OLED umumnya digunakan pada smartphone kelas menengah ke atas dan televisi, memberikan pengalaman visual yang unggul dibandingkan dengan teknologi sebelumnya [18].

2.7. Power Supply

Power supply adalah perangkat keras yang berfungsi untuk menyuplai tegangan langsung ke komponen elektronik. Input power supply berupa arus AC 220 volt diubah menjadi DC volt, kemudian sinyal bolak-balik tersebut diubah menjadi sinyal listrik searah (DC). Salah satu contoh rangkaian power supply yang paling sederhana dan sering ditemui dalam dunia elektronika hanya menggunakan beberapa komponen inti, yaitu satu dioda bridge dan satu kapasitor.

Untuk memahami prinsip kerja dari adaptor atau rangkaian power supply, tegangan AC 220 volt dari listrik PLN diturunkan oleh transformator penurun tegangan yang menerapkan perbandingan lilitan. Perbandingan lilitan dari transformator ini mempengaruhi perbandingan tegangan yang dihasilkan. Tegangan yang dihasilkan oleh transformator masih berbentuk gelombang AC dan harus disearahkan menggunakan penyearah. Rangkaian penyearah ini menggunakan 4 dioda yang dirancang untuk meloloskan kedua siklus gelombang AC menjadi satu arah. Gelombang dua arah yang telah diubah menjadi satu arah keluaran dari dioda bridge masih memiliki riak atau amplitudo tegangan yang tidak rata. Hal ini karena dioda bridge hanya menghilangkan siklus negatif dan menjadikannya siklus positif tetapi tidak merubah bentuk gelombang sama sekali, sehingga masih memiliki lembah dan bukit. Untuk itu, digunakan kapasitor dengan kapasitansi yang cukup besar untuk meratakan gelombang tersebut. Hal ini karena proses pelepasan muatan oleh

kapasitor berlangsung cukup lama, sehingga amplitudo gelombang tampak rata. Namun, tingkat kerataan gelombang yang dihasilkan masih dipengaruhi oleh impedansi beban yang akan dihubungkan dengan rangkaian power supply tersebut[19].

2.8. MIT APP INVENTOR

MIT App Inventor adalah sebuah sistem perangkat lunak yang digunakan untuk membuat aplikasi Android. Sistem ini terintegrasi dengan baik dan mengembangkan aplikasi menggunakan antarmuka berbasis grafis. Terdapat beberapa komponen utama dalam MIT App Inventor:

1. Komponen Desainer:

Terdiri dari 5 bagian, yaitu palette, viewer, component, media, dan properties. Beroperasi di browser dan digunakan untuk menentukan komponen yang diperlukan serta mengatur propertinya.

2. Block Editor:

Berjalan di luar browser dan digunakan untuk membuat serta mengatur perilaku (behavior) dari komponen-komponen yang dipilih dari Komponen Desainer.

3. Emulator:

Digunakan untuk menjalankan dan menguji proyek yang telah dibuat. Google telah melakukan riset terkait dengan komputasi edukasional dan menyelesaikan lingkungan pengembangan online.

2.9. Internet of Things (IoT)

adalah sebuah konsep di mana perangkat elektronik akan dapat berkomunikasi satu sama lain secara otomatis, saling menerima dan mengirimkan data melalui jaringan. Implementasi IoT memungkinkan berbagai aktivitas di berbagai bidang untuk saling terhubung melalui Internet, membuatnya lebih mudah dan efisien [20]. Istilah IoT pertama kali diperkenalkan oleh Kevin Ashton dalam presentasinya di Procter &

Gamble pada tahun 1999. Dalam presentasinya, Ashton menyatakan bahwa IoT memiliki potensi untuk mengubah dunia seperti halnya Internet, bahkan mungkin dengan potensi yang lebih besar. IoT di masa depan dapat digunakan untuk menghubungkan entitas fisik dan digital. IoT telah menarik perhatian dunia akademis dan industri karena konsepnya yang menghubungkan semua benda di sekitar kita, baik melalui kabel maupun nirkabel, ke jaringan Internet, memungkinkan komunikasi antar benda dengan intervensi manusia yang minimal. Tujuan IoT adalah menciptakan dunia di mana benda-benda dapat lebih memahami dan memenuhi kebutuhan manusia tanpa perlu perintah langsung [21].

2.10. Realtime database

Firebase adalah API yang disediakan oleh Google untuk penyimpanan dan sinkronisasi data dalam aplikasi Android, iOS, atau web. Realtime Database adalah salah satu fitur Firebase yang memungkinkan penyimpanan dan pengambilan data dengan sangat cepat, tetapi Firebase tidak hanya terbatas pada Realtime Database. Firebase memiliki banyak fitur lainnya seperti autentikasi, penyimpanan, hosting, pemberitahuan, dan lain-lain. Produk utama Firebase adalah menyediakan database realtime dan backend sebagai layanan (Backend as a Service). Layanan ini memungkinkan pengembang aplikasi menggunakan API untuk menyinkronkan data pada klien dan menyimpannya di cloud Firebase. Firebase menyediakan library untuk berbagai platform klien seperti Android, iOS, JavaScript, Java, Objective-C, dan Node.js, dan dapat juga disebut sebagai layanan Database as a Service (DBaaS) dengan konsep realtime. Firebase digunakan untuk mempermudah pengembang dalam menambahkan fitur-fitur baru pada aplikasi.

Realtime Database adalah basis data dalam Firebase yang berbasis cloud dan tidak memerlukan query berbasis SQL untuk menyimpan dan mengambil data. Basis data ini terkenal sangat handal dan sangat cepat dalam memperbarui data dan sinkronisasi, sehingga data tetap terjaga bahkan ketika pengguna tidak terhubung ke internet[22].

2.11. Arduino IDE

Arduino IDE adalah Sebuah aplikasi pemrograman berbasis bahasa C yang telah disederhanakan telah dibuat untuk menulis program dan menyimpannya pada board Arduino Uno [23]. Arduino IDE, yang merupakan perangkat lunak yang beroperasi di komputer, disebut sebagai Arduino Software. Arduino Software dirancang untuk menghasilkan file berformat hex yang dapat diunduh pada papan Arduino atau papan sistem mikrokontroler [24]. Arduino IDE itu mudah digunakan dan fleksibel, juga diciptakan khusus untuk seniman, desainer, hobiis, dan individu yang tertarik dalam menciptakan objek atau lingkungan yang dapat berinteraksi [25].

2.12. Sensor DHT 22

Sensor DHT22 adalah sensor digital yang mampu mengukur suhu dari -40°C hingga 125°C dan kelembapan udara dari 0% hingga 100% di sekitarnya. Sensor ini sangat mudah diintegrasikan dengan Arduino. DHT22 memiliki stabilitas yang sangat baik dan fitur kalibrasi yang sangat akurat. Sensor suhu dan kelembapan relatif yang digunakan dalam pembuatan alat ini adalah DHT22. Sensor DHT22 yang digunakan berbentuk modul. Modul ini dapat digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan dalam aplikasi pengendalian suhu dan kelembapan ruangan maupun pemantauan suhu dan kelembapan relatif ruangan [26].

2.13. I2C (Inter Integrated Circuit)

I2C adalah sebuah protokol komunikasi sekuensial dua arah yang menggunakan dua saluran, dirancang khusus untuk mengirim dan menerima informasi. Dua saluran tersebut adalah SCL (Serial Clock Line) dan SDA (Serial Data Line), yang keduanya mentransmisikan informasi antara I2C dan perangkat pengendali. Perangkat yang terhubung ke sistem I2C Bus dapat berfungsi sebagai master atau slave. Perangkat master memulai transmisi informasi, menghasilkan sinyal berhenti, dan mengatur sinyal clock, sedangkan perangkat slave adalah perangkat yang dikendalikan oleh master.

3. METODE PENELITIAN

Research and Development (R&D) adalah serangkaian langkah untuk menciptakan produk baru atau meningkatkan produk yang sudah ada. Penelitian dan pengembangan berfungsi sebagai jembatan yang menghubungkan atau memperkuat hubungan antara penelitian dasar dan penelitian terapan. Metode penelitian R&D memiliki tujuan menghasilkan produk tertentu. Dengan melakukan penelitian pada masalah perancangan dapat mencari pengembangan dan pengaplikasian yang lebih inovatif[27]. Pada penelitian ini juga menggunakan model pengembangan ADDIE [28]. Ada beberapa langkah yang bisa diikuti dalam menghasilkan produk yaitu tahapan meliputi (1) analisis, (2) desain, (3) pengembangan, (4) Implementasi dan diakhiri tahap (5) evaluasi [29]. Pada model pengembangan ADDIE memiliki penekanan pada iteraksi dan refleksi. Sehingga dapat dilakukan perbaikan secara terus menerus berfokus dari umpan balik [29].

3.1 Tahap Analisis (Analysis)

Pada tahapan analisis dilakukan penelitian pendahuluan yaitu observasi dan wawancara terhadap teknisi. Penelitian pendahuluan ini meliputi observasi kegiatan saat proses pelaksanaan perawatan peralatan navigasi yaitu diwajibkan mengisi LogBook harian terutama pada peralatan Glide Path merek Selex tipe SI-2100. teknisi selalu mengisi form LogBook harian dengan beberapa format yang harus diisi diantaranya

pencatatan indikator TX1 dan TX2 yang memancar atau on load, mencatat tegangan pada Baterai 1 dan Baterai 2, mencatat suhu ruangan, dan mencatat tindakan yang dilakukan di shelter peralatan Glide Path tersebut, wawancara terhadap teknisi bersangkutan teknisi Communication, Navigation, Surveillance yang sudah berkompeten dan berpengalaman sebagai teknisi di lapangan. Dalam rancangan alat monitoring ini diharapkan membuat sebuah monitor yang mampu memantau dengan mudah indikator kondisi pada baterai back up peralatan navigasi glide path selex SI-200, kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang dibutuhkan

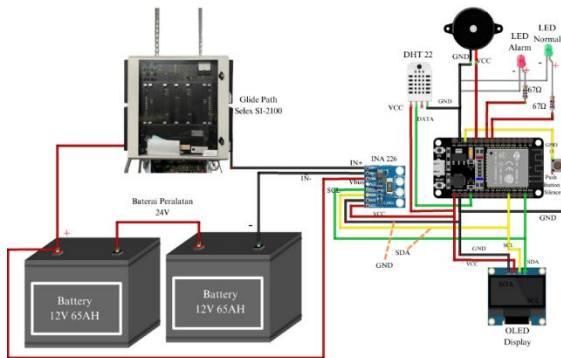
Untuk mengambil sampel uji coba penelitian ini menggunakan metode pendekatan yang sama dan sesuai dengan kejadian di lokus tempat penelitian, yaitu menggunakan baterai seperti berikut:

Tabel 1. Spesifikasi Baterai peralatan

Spesifikasi	Pada Peralatan Navigasi	Pada Simulasi Uji Coba
Merek	Panasonic	Wottobatt
Tipe	LC-P1265NA	WTZ5S
Tegangan	12V	12V
Kapasitas AH	65AH	5AH

3.2 Tahap Design

Tahap desain suatu proses yang dilakukan untuk mendahului sebelum dilakukan tahapan pengembangan sistem. Pada tahapan ini dilakukan penentuan cara alat monitoring baterai back up dapat bekerja dan siap untuk digunakan. Hasil akhir dari tahapan desain ini yaitu suatu rancangan atau desain yang dapat menjawab permasalahan dari proses analisis sebelumnya dan memiliki rencana terkait dengan pengalaman dalam penggunaan alat monitoring kedepannya[30]. Tahapan ini membuat skema wiring NodeMCU dengan modul sensor INA226, OLED Display, Lampu LED, Resistor, buzzer dan Button Silent.



Gambar 1. Skema Wiring NodeMCU keseluruhan

3.3 Tahap Pengembangan

Tahap development adalah proses membuat rancangan monitoring battery charging menggunakan NodeMCU menghubungkan ke firebase dan aplikasi MIT APP INVENTOR sebagai monitoring jarak jauh. Proses development ada beberapa tahapan, yaitu:

- Instalasi Software Arduino IDE
Unduh software pada website <https://www.arduino.cc/en/software> dan sesuaikan dengan sistem operasi yang digunakan pada laptop atau computer yang akan digunakan.
- Instalasi Libraries pada Arduino IDE
Buka software Arduino IDE, lakukan langkah install beberapa Library dasar yang perlu ditambahkan yaitu "INA226_WE", "DHT 22", dan "Wifi".
- Pembuatan Realtime Firebase
Pembuatn realtime Firebase dilakukan pada website realtimefirebase <https://console.firebase.google.com> dengan mengikuti langkah yang ada.
- Memprogram menghubungkan NodeMCU dengan Realtime Database
Memasukan blok kode beberapa library yang dibutuhkan dan juga informasi Web Api Key, DatabaseURL, User Email dan Password untuk pemrograman menghubungkan ESP 32 dengan Realtime database
- Membuat aplikasi Mit app inventor
Untuk membuat aplikasi android Mit app inventor melalui website: <https://appinventor.mit.edu/>

3.4. Tahap Implementasi

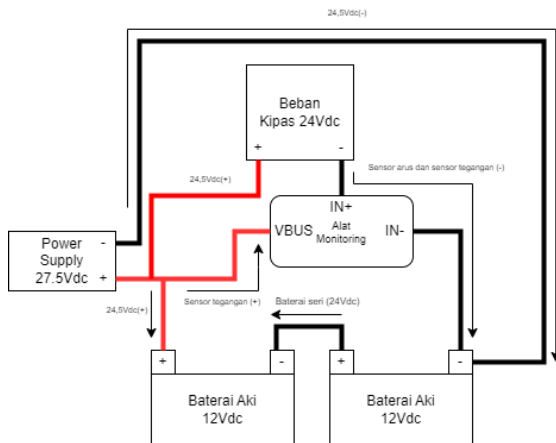
Pada tahap implementation yaitu proses bagaimana mengimplementasikan program dari rancangan monitoring baterai back up sebagai alat yang berfungsi untuk memantau tegangan, arus, dan daya pada baterai back up peralatan navigasi Glide Path Selex SI-2100 yang dapat memonitor dari jarak dekat maupun jarak jauh. Berikut tahapan yang harus dilakukan:

- Beri supply tegangan pada alat monitoring, dengan cara menyambungkan adaptor output MicroUSB ke input MicroUSB alat monitoring.



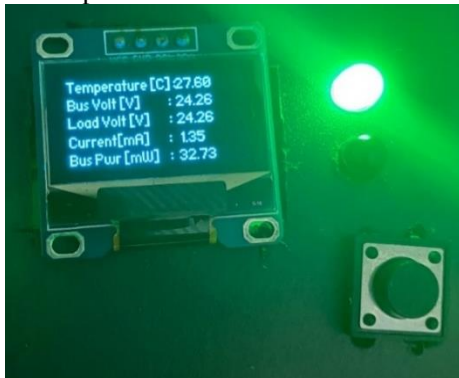
Gambar 2. Kabel microusb sebagai supply utama

- Hubungkan ESP32 dengan wifi yang sudah diprogram pada blok kode.
 - Wifi SSID: undifined
 - Wifi Password: Manglayang
- Apabila alat monitoring sudah menyala maka pada layar akan menampilkan beberapa informasi seperti:
 - Temperature
 - Bus volt
 - Load volt
 - Current
 - Power
- Setelah alat monitoring menyala hubungkan probe Vbus alat ke kutub positif baterai, sedangkan probe IN- alat sambungkan ke kutub negatif baterai, apabila ingin mampilkan nilai arus probe IN+ disambungkan secara seri ke beban.



Gambar 3. Rangkaian pemasangan alat

- e. Informasi Tegangan, arus, dan daya pada baterai peralatan akan terlihat.



Gambar 4. Tampilan pada layar informasi

- f. Menjalankan aplikasi Mit App Inventor Jalankan aplikasi sebagai monitoring jarak jauh, maka informasi suhu baterai, tegangan, arus, dan daya akan termonitor dari layar smartphone.



Gambar 5. Tampilan screen 1 pada aplikasi



Gambar 6 Tampilan screen 2 pada aplikasi.

- g. Tahap Evaluasi

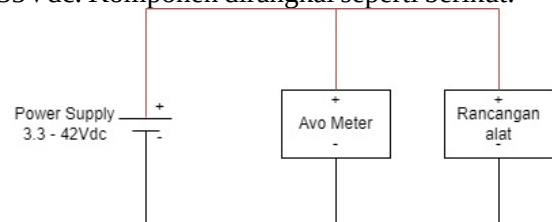
Ini merupakan tahapan terakhir dalam model ADDIE. Evaluasi dilakukan di sini untuk menilai sejauh mana sistem rancangan monitoring yang telah dibangun sesuai dengan harapan. Pada tahap ini, aplikasi diuji untuk mencari kesalahan sistem atau teknis yang mungkin terjadi. Hasil dari tahap ini adalah laporan hasil pengujian sistem [31].

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini dilakukan beberapa uji coba pada rancangan alat dengan simulasi menggunakan power supply variabel dan 2 buah baterai aki 24Vdc menyesuaikan kejadian yang sama dengan peralatan.

4.1. Pengujian akurasi informasi nilai tegangan

Pengujian menggunakan power supply variabel yang dihubungkan dengan rancangan alat dan juga avo meter. Percobaan dilakukan dengan cara memberikan tegangan kepada alat 5Vdv-35Vdc. Komponen dirangkai seperti berikut:



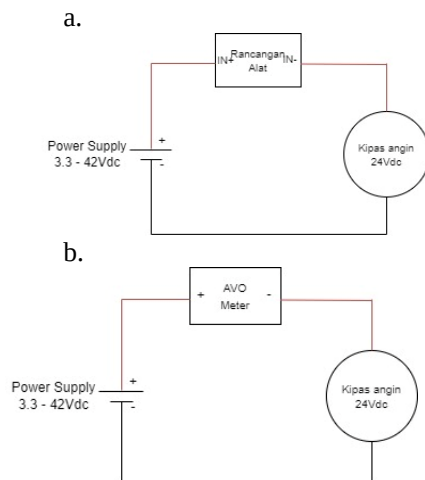
Gambar 7 Circuit uji coba tegangan

Tabel 2. Hasil coba pengukuran tegangan

No	Uji Coba	Tegangan Power Supply(V)	Indikator AVO Meter(V)	Indikator Rancangan Alat(V)	Indikator Aplikasi(V)	Hasil	Keterangan (Selisih pengukuran menggunakan AVO dan Rancangan alat)
1	Pertama	5.0V	5.001V	5.10V	5.015V	Data sesuai	Selisih 0.099V
2	Kedua	10.0V	10.001V	9.95V	10.00V	Data sesuai	Selisih 0.051V
3	Ketiga	15.0V	15.13V	15.05V	15.06V	Data sesuai	Selisih 0.08V
4	Keempat	20.0V	20.16V	20.19V	20.4V	Data sesuai	Selisih 0.03V
5	Kelima	25.0V	25.11V	25.01V	25.18V	Data sesuai	Selisih 0.10V
6	Keenam	30.0V	30.13V	30.21V	30.35V	Data Sesuai	Selisih 0.08V
7	Ketujuh	35.0V	35.20V	35.19V	35.05V	Datas Sesuai	Selisih 0.01V

4.2. Pengujian akurasi informasi nilai arus

Pengujian nilai arus ini yaitu arus discharge dari power supply menuju beban menggunakan power supply variabel yang dihubungkan secara seri dengan rancangan alat dan kipas angin sebagai beban. Percobaan dilakukan dengan cara memberikan tegangan kepada alat dengan interval 6V,12V,18V,24V. Komponen dirangkai seperti berikut.

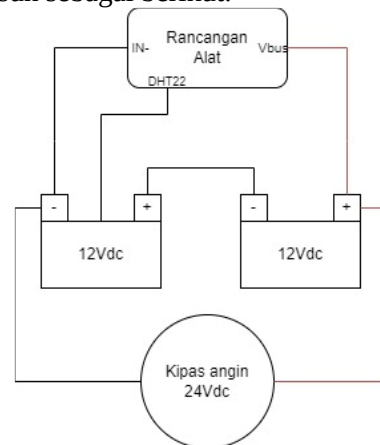
Gambar 8. Circuit mengukur arus menggunakan
a) rancangan alat, b) avometer

Tabel 3. Hasil uji coba pengukuran arus

No	Uji Coba	Tegangan Power Supply	Arus Power Supply(mA)	Indikator AVO Meter(mA)	Indikator Rancangan Alat (mA)	Indikator Aplikasi(mA)	Hasil	Keterangan
1	Pertama	6.0V	100.0mA	94.2mA	108.74mA	95.17mA	berbeda	Hasil pada indikator arus power supply, AVO Meter, Rancangan alat, dan aplikasi berbeda
2	Kedua	12.0V	290.0mA	201.3mA	224.55mA	224.75mA	berbeda	Hasil pada indikator arus power supply, AVO Meter, Rancangan alat, dan aplikasi berbeda
3	Ketiga	18.0V	450.0mA	335.4mA	346.66mA	346.78mA	berbeda	Hasil pada indikator arus power supply, AVO Meter, Rancangan alat, dan aplikasi berbeda
4	Keempat	24.0V	650.0mA	488.1mA	488.65mA	488.84mA	berbeda	Hasil pada indikator arus power supply, AVO Meter, Rancangan alat, dan aplikasi berbeda

4.3. Pengujian respon indikator alarm under voltage 23Vdc

Pengujian respon indikator alarm under volt 23V dengan menghubungkan kipas angin (24Vdc, Daya 8-15W) dengan baterai aki 24V dan sensor suhu baterai yang ditempelkan pada bagian belakang baterai, diambil waktu 10 menit tiap data berguna mendapat data tegangan dan suhu yang signifikan perbedaan nilainya. Rangkaian disusun sebagai berikut.



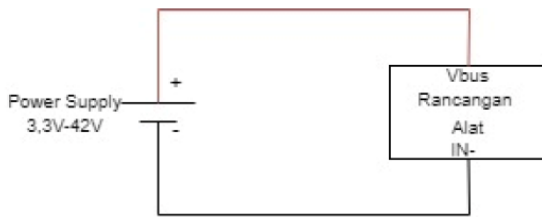
Gambar 9. Circuit uji coba alarm under volt

Tabel 4. Uji coba respon alarm under voltage

No	Uji Coba	Waktu (menit)	Tegangan (volt)	Suhu (°C)	Indikator LED
1	Pertama	0	25.57V	26.90°C	Normal (Hijau)
2	Kedua	10	24.72V	26.90°C	Normal (Hijau)
3	Ketiga	20	24.68V	26.90°C	Normal (Hijau)
4	Keempat	30	24.63V	26.90°C	Normal (Hijau)
5	Kelima	40	24.56V	27.00°C	Normal (Hijau)
6	Keenam	50	24.50V	27.00°C	Normal (Hijau)
7	Ketujuh	60	24.43V	27.00°C	Normal (Hijau)
8	Kedelapan	70	24.39V	27.00°C	Normal (Hijau)
9	Kesembilan	80	24.33V	27.00°C	Normal (Hijau)
10	Kesepuluh	90	24.26V	27.00°C	Normal (Hijau)
11	Kesebelas	100	24.21V	27.00°C	Normal (Hijau)
12	Kedua belas	110	24.02V	27.00°C	Normal (Hijau)
13	Ketiga belas	120	23.56V	27.10°C	Normal (Hijau)
14	Keempat Belas	130	23.17V	27.40°C	Normal (Hijau)
15	Kelima Belas	140	22.90V	27.40°C	Alarm (Merah)

4.4. Pengujian respon indikator alarm over voltage 29Vdc

Pengujian respon indikator alarm over volt 29V dengan menghubungkan rancangan alat dengan power supply variabel, lalu nilai variabel power supply diubah dari 26V-36V. Rangkaian disusun sebagai berikut.



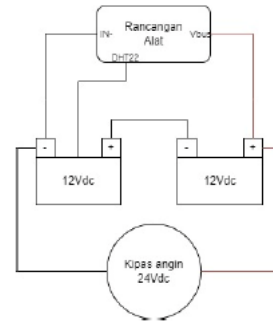
Gambar 10. Circuit uji coba alarm over voltage

Tabel 5. Uji coba respon alarm over voltage

No	Uji Coba	Tegangan (V)	Indikator LED	Keterangan
1	Pertama	26,25V	Normal (Hijau)	Keadaan tegangan normal posisi charging pada baterai
2	Kedua	29,33V	Alarm (Merah)	Indikator LED menyala dan buzzer berbunyi
3	Ketiga	30,86V	Alarm (Merah)	Indikator LED menyala dan buzzer berbunyi
4	Kempat	31,90V	Alarm (Merah)	Indikator LED menyala dan buzzer berbunyi
5	Kelima	32,32V	Alarm (Merah)	Indikator LED menyala dan buzzer berbunyi
6	Keenam	33,27V	Alarm (Merah)	Indikator LED menyala dan buzzer berbunyi
7	Ketujuh	34,11V	Alarm (Merah)	Indikator LED menyala dan buzzer berbunyi
8	Kedelapan	35,00V	Alarm (Merah)	Indikator LED menyala dan buzzer berbunyi
9	Kesembilan	36,19V	Alarm (Merah)	Indikator LED menyala dan buzzer berbunyi (batas maksimal input tegangan pada sensor 36V)

4.5. Uji coba akurasi nilai kondisi alat monitoring menggunakan supply cadangan miniUPS

Pengujian ini dilakukan mengikuti keadaan lapangan yaitu ketika sumber daya utama PLN off maka alat monitoring ini harus mampu memantau nilai dengan akurasi yang sama dengan keadaan normal terhubung sumber daya utama PLN. Untuk mampu membackup sumber daya alat monitoring ini menggunakan miniUPS 5V. MiniUPS ini memiliki fitur modul charger dan Battery Management System. Modul Charger yang berfungsi untuk menstabilkan tegangan dan arus serta mencegah baterai mengalami pengisian berlebih [38]. Sedangkan Battery Management System unit kontrol sistem yang dirancang untuk memastikan keselamatan operasional sistem baterai. Fungsi utama dari BMS adalah melindungi baterai untuk keamanan penyeimbangan sel, dan masalah penuaan pengawasan setiap sel [39].



Gambar 11. Circuit uji coba alat menggunakan supply daya cadangan

Tabel 6. Uji coba nilai rancangan alat menggunakan supply cadangan

No	Uji Coba	Waktu (menit)	Indikator Avometer	Indikator Rancangan Alat (volt)	Suhu (°C)	Indikator LED
1	Pertama	0	25,57V	25,51V	28,90°C	Normal (Hijau)
2	Kedua	10	25,33V	25,29V	29,10°C	Normal (Hijau)
3	Ketiga	20	24,97V	24,98V	29,10°C	Normal (Hijau)
4	Keempat	30	24,68V	24,61V	28,90°C	Normal (Hijau)
5	Kelima	40	24,37V	24,32V	28,90°C	Normal (Hijau)
6	Keenam	50	24,12V	24,17V	28,90°C	Normal (Hijau)
7	Ketujuh	60	23,92V	23,92V	28,90°C	Normal (Hijau)
8	Kedelapan	70	23,49V	23,50V	28,90°C	Normal (Hijau)
9	Kesembilan	80	23,23V	23,26V	28,90°C	Normal (Hijau)
10	Kesepuluh	90	22,90V	22,93V	28,90°C	Alarm (Merah)

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pengukuran terhadap rancangan yaitu rancangan monitoring baterai back up dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini penulis membuat sebuah rancangan alat dengan cara menggunakan ESP 32 sebagai mikrokontroler. INA 226 sebagai sensor arus dan tegangan daya. OLED display untuk display pemantauan jarak dekat pada alat. Interface menggunakan mit app inventor sebagai pemantauan jarak jauh dan Realtime Firebase sebagai cloud server untuk menghubungkan ESP 32 dengan aplikasi mit app inventor.
2. Dilakukan beberapa pengujian untuk melihat performa dari rancangan alat yaitu, pengujian akurasi nilai tegangan, akurasi nilai arus, respon indikator alarm under voltage, respon alarm over voltage dan juga akurasi nilai kondisi saat alat monitoring menggunakan supply daya cadangan. Nilai pada display alat rancangan berbeda dengan AVO meter

karena sensor INA 226 masih memiliki akurasi “0.1% Gain Error Max”, yang berarti masih memiliki kekeliruan dalam pembacaan sebesar 0.1%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan fasilitas dan sarana penelitian yang telah diberikan selama proses penyusunan penelitian ini. Penulis juga menyampaikan rasa terima kasih kepada teman-teman di yang telah memberikan dukungan teknis serta motivasi selama proses penelitian dan pengambilan data. Semoga jurnal ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi pengembangan penelitian di bidang navigasi dan elektronika.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Octaviane and M. Ichsan, “Alarm on Clearance Executive Monitor Instrument Landing System (ILS) Glide Path 36 PERUM LPPNPI Manado Branch Office,” *Airman J. Tek. dan Keselam. Transp.*, vol. 3, no. 2, pp. 59–66, 2020, doi: 10.46509/ajtk.v3i2.179.
- [2] B. W. P. Ahmad Rizaldy(1), Feti Fatonah(2), “RANCANGAN ALAT MONITORING PERUBAHAN SUHU PADA SHELTER VOR (VHF OMNIDIRECTIONAL RANGE), SHELTER GLIDE PATH DAN SHELTER LOCALIZER BERBASIS SMS GATEWAY DI BANDAR UDARA INTERNASIONAL HANG NADIM BATAM,” *J. Ilm. Aviasi Langit Biru*, vol. 12, no. 1, pp. 1–52, doi: 10.21608/pshj.2022.250026.
- [3] Kementerian Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, “Kp 35 Tahun 2019,” *Peratur. Direktur Jenderal Perhub. Udar.*, 2019, [Online]. Available: <https://jdih.dephub.go.id/peraturan/detail?data=1rSoWMLmbgr9Iurr73i8em4DuUAqax4eE4EuchClRHJh8bIahprjWZX8MN0OxHNXBx8bNliSth78I4eVZWsg2Isd4aDlfZZ4Ept8LRD4moiDRo23Mn9bkU26b90vNVtjknUz1cCxX1FOZj2EbiRJ41nZk3>
- [4] Z. As’adi, A. Harijanto, and B. Supriadi, “Sistem Monitoring Arus dan Tegangan pada Baterai Kendaraan Bermotor (ACCU) Berbasis Arduino Uno,” *Semin. Nas. Pendidik. Fis.* 2017, vol. 2, no. 2527–5917, pp. 1–7, 2017.
- [5] N. Tamara and W. S. Aji, “Monitoring Tegangan Aki Kendaraan Berbasis Smartphone Android,” *Bul. Ilm. Sarj. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 3, pp. 202–209, 2022, doi: 10.12928/biste.v3i3.4184.
- [6] A. Fitriandi, E. Komalasari, and H. Gusmedi, “Rancang Bangun Alat Monitoring Arus dan Tegangan Berbeasis Mikrokontroler,” *J. Rekayasa dan Teknol. Elektro*, vol. 10, no. 2, 2016.
- [7] Siregar *et al.*, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Kondisi Aki Pada Kendaraan Bermotor,” *J. Univ. Tanjungpura*, vol. 2, no. Iciccs, pp. 1–7, 2019.
- [8] T. Ester Mella, “Desain RF Buffer Amplifier Pada Exciter ILS Glidepath Frekuensi 328,6 MHz – 335,4 MHz,” pp. 167–170, [Online]. Available: <https://www.scribd.com/document/500931624/Prosiding-NCIEE-Ke-3>
- [9] L. Belakang, P. I. Bandar, U. Adi, S. Surakarta, and P. Masalah, “Makalah Seminar Kerja Praktek GLIDE SLOPE WILCOX MARK 10 SEBAGAI INSTRUMENT LANDING SYSTEM Dudi Dwijayanto (L2F 607 022) Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro”.
- [10] A. Rachman, Z. Arifin, and S. Maharani, “Sistem Pengendali Suhu Ruangan Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Air Conditioner (AC) Dan NodeMCU V3 ESP82,” *Pros. Semin. Nas. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 1, pp. 19–23, 2020.
- [11] E. Ratri *et al.*, “PERANCANGAN SENSOR GAS BERBASIS IoT UNTUK,” vol. 12, no. 3, pp. 3497–3502, 2024.
- [12] R. A. Pradana, “Mikrokontroler ESP32, apa itu?,” *timur is Win. WordPress*, [Online]. Available: <https://timur.ilearning.me/2019/04/19/mikrokontroler-esp32-apa-itu/>
- [13] M. Syani and T. Hermawan, “Media Pembelajaran Kelistrikan Pada Baterai Berbasis Mobile (Studi Kasus Di Program Studi Mesin Otomotif Politeknik Tedc Bandung),” *J. TEDC*, vol. 16, no. 1, pp. 1–7, 2022.
- [14] D. P. Kosasih, “Pengaruh Variasi Larutan Elektrolite pada Accumulator Terhadap Arus dan Tegangan,” *Mesa J. Fak. Tek. Univ. Subang*, vol. 2, no. 2, pp. 33–45, 2018.
- [15] Selex ES Inc., *Model 2110 Capture-Effect Glideslope System*, vol. 0101. 2014.
- [16] G. Zhou, “Current sensing with INA226-Q1 in HEV and EV BMS,” no. January, pp. 2018–2020, 2019.
- [17] Texas Instruments Inc., “INA226 High-Side or Low-Side Measurement , Bi-Directional Current and Power Monitor with I 2 C Compatible Interface,” pp. 1–10, 2015.
- [18] M. K. Yuli Fitrianto, ST, *Dasar-Dasar Digital Imaging*, Indra Ava., vol. 17, no. 2.

- Semarang: Yayasan Prima Agus Teknik, 2021. doi: 10.25104/mtm.v17i2.1325.
- [19] Y. Yantoro, "FUNGSI POWER SUPPLY PADA SIMULATOR SISTEM PERINGATAN DINI PENGENDALIAN BANJIR DENGAN MENGGUNAKAN ELECTRONIC DATA PROCES," 2019.
- [20] D. Saputra, P. Sirait, I. H. S. S. T, F. T. Elektro, and U. Telkom, "Implementasi Sensor Wireless Sebagai Monitoring Serta Pendeteksi Indikator Kebakaran Hutan Implementation of Wireless Sensor in Monitoring and Forest Fire Indication Detector," *eProceedings ...*, vol. 3, no. 2, pp. 1576–1583, 2016, [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/348%0Ahttps://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/download/348/324>
- [21] F. Ilhami, P. Sokibi, and A. Amroni, "Perancangan Dan Implementasi Prototype Kontrol Peralatan Elektronik Berbasis Internet of Things Menggunakan Nodemcu," *J. Digit*, vol. 9, no. 2, p. 143, 2019, doi: 10.51920/jd.v9i2.115.
- [22] G. R. Payara and R. Tanone, "Penerapan Firebase Realtime Database Pada Prototype Aplikasi Pemesanan Makanan Berbasis Android," *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 4, no. 4, pp. 397–406, 2018, [Online]. Available: <https://journal.maranatha.edu/index.php/jutisi/article/view/1476>
- [23] D. Apriani, K. Munawar, and A. Setiawan, "Alat Monitoring Pada Depo Air Minum Biru Cabang Nagrak Kota Tangerang Menggunakan Air Galon Berbasis Sms Gateway," *SENSI J.*, vol. 5, no. 1, pp. 109–117, 2019, doi: 10.33050/sensi.v5i1.325.
- [24] A. Setiawan, M. sungkar, and R. Dewi, "Simulasi Mikrokontroler Pengukur Jarak Berbasis Arduino Uno Sebagai Media Pembelajaran Mahasiswa Diii Teknik Elektronika Politeknik Harapan Bersama Tegal," *Power Elektron. J. Orang Elektro*, vol. 7, no. 2, pp. 25–27, 2019, doi: 10.30591/polektron.v7i2.1201.
- [25] D. P. Adfry, M. Muskhair, and A. Luthfi, "Efektivitas Pembelajaran Pemograman Mikrokontroler Menggunakan Aplikasi Arduino IDE," *J. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 2, pp. 321–329, 2023.
- [26] F. Puspasari, T. P. Satya, U. Y. Oktiawati, I. Fahrurrozi, and H. Prisyanti, "Analisis Akurasi Sistem sensor DHT22 berbasis Arduino terhadap Thermohygrometer Standar," *J. Fis. dan Apl.*, vol. 16, no. 1, p. 40, 2020, doi: 10.12962/j24604682.v16i1.5776.
- [27] Okpatrioka, "Research And Development (R & D) Penelitian Yang Inovatif Dalam Pendidikan," *J. Pendidikan, Bhs. dan Budaya*, vol. 1, no. 1, pp. 86–100, 2023.
- [28] R. Nurfatimah, M. R. 'i S. Sri, and Y. Jubaedah, "Perancangan Program Pendampingan Lanjut Usia Berbasis Home Care Di Posbindu Kelurahan Geger Kalong," *FamilyEdu*, vol. III, no. Vol 3, No 2 (2017), 2017.
- [29] S. L. S. Liyana Nurmallasari, M. Taheri Akhbar, "Pengembangan Media Kartu Hewan dan Tumbuhan (TUHETU) Pada Pembelajaran IPA Kelas IV SD Negeri," *J. Ris. Pendidik. Dasar*, vol. 03, no. 2, pp. 207–213, 2022.
- [30] G. P. Mahardhika, "Digital game based learning dengan model ADDIE untuk pembelajaran doa sehari-hari," *Teknoin*, vol. 21, no. 2, pp. 115–122, 2015, [Online]. Available: <http://journal.uui.ac.id/index.php/jurnal-teknoin/article/view/3700>
- [31] K. Anafi, I. Wiryokusumo, and I. P. Leksono, "Pengembangan Media Pembelajaran Model Addie Menggunakan Software Unity 3D," *J. Educ. Dev. Inst.*, vol. 9, no. 4, pp. 433–438, 2021, [Online]. Available: <https://journal.ipts.ac.id/index.php/ED/article/view/3206>