

SKY EAST: Education of Aviation Science and Technology

ISSN 3025-2709 (Online) & ISSN - (Print)

DOI: [10.61510/skyeast.v2i2.40](https://doi.org/10.61510/skyeast.v2i2.40)

Received: 2/12/2024, Revised: 13/12/2024, Publish: 30/12/2024

This is an open access article under the CC BY-NC license

Media Pembelajaran *Prototype Pembuatan Sistem Kontrol dan Monitoring Runway Edge Light Panel Surya Berbasis GSM*

Rifqi Raza Bunahri¹, Jemi Victor Palpialy², Nikolas Makanuay³, Danang Dimastiar⁴, Kurniawan Adi Saputro⁵, M. Hasrul⁶, Nur Aini Fadilla⁷

¹Politeknik Penerbangan Jayapura, Jayapura, Indonesia, email: rifqiraza@gmail.com

²Politeknik Penerbangan Jayapura, Jayapura, Indonesia, email: jempal78@gmail.com

³Politeknik Penerbangan Jayapura, Jayapura, Indonesia, email: nicolasmakanuay@gmail.com

⁴Politeknik Penerbangan Jayapura, Jayapura, Indonesia, email: rapopo5678@gmail.com

⁵Politeknik Penerbangan Jayapura, Jayapura, Indonesia, email: kurni03062002@gmail.com

⁶Politeknik Penerbangan Jayapura, Jayapura, Indonesia, email: acculhasrul21@gmail.com

⁷Politeknik Penerbangan Jayapura, Jayapura, Indonesia, email: nurainiff0902@gmail.com

Corresponding Author: rifqiraza@gmail.com

Abstract: The unavailability of learning media requires Jayapura Aviation Polytechnic students to visit Sentani Airport to conduct practical learning. This research aims to develop and test GSM-based solar panel runway edge light tools as learning media. The research method uses a development approach with experiments in the form of testing control systems and monitoring tool performance. The results showed that this tool can adjust the light intensity as needed, save time and energy without requiring a visit to Sentani Airport. However, this tool has limitations because it depends on sunlight so it does not work when it rains. This tool can be an alternative learning media that is practical and effective in the field of aviation.

Keyword: *GSM, Control and Monitoring, Learning Media, Solar Panel, Prototype, Runway Edge Light*

Abstrak: Tidak adanya media pembelajaran yang memadai mengharuskan siswa Politeknik Penerbangan Jayapura melakukan kunjungan ke Bandar Udara Sentani untuk melakukan pembelajaran praktik. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji alat *runway edge light panel surya berbasis GSM* sebagai media pembelajaran. Metode penelitian menggunakan pendekatan pengembangan dengan eksperimen berupa pengujian sistem kontrol dan *monitoring* kinerja alat. Hasil penelitian menunjukkan alat ini dapat menyesuaikan intensitas cahaya sesuai kebutuhan, menghemat waktu, dan tenaga tanpa memerlukan kunjungan ke Bandara Sentani. Namun, alat ini memiliki keterbatasan karena bergantung pada sinar matahari sehingga tidak berfungsi saat hujan. Alat ini dapat menjadi alternatif media pembelajaran yang praktis dan efektif di bidang penerbangan.

Kata Kunci: *GSM, Kontrol dan Monitoring, Media Pembelajaran, Panel Surya, Prototype, Runway Edge Light*

PENDAHULUAN

Program Studi Teknik Listrik Bandara merupakan salah satu program studi di Politeknik Penerbangan Jayapura. Dalam pelaksanaan pendidikan program studi Teknik Listrik Bandara menggunakan kurikulum dimana komposisi persentase praktik lebih banyak daripada pembelajaran teori, sehingga dalam proses pembelajaran untuk menunjang praktik dimaksud diperlukan fasilitas atau peralatan praktik yang memadai. Khususnya untuk mata kuliah alat bantu pendaratan visual atau *Airfield Lighting System* (AFL), dimana mata kuliah tersebut mempelajari tentang sudut, bentuk, arah pencahayaan, jenis dan tipe lampu. Mata kuliah *Airfield Lighting System* (AFL) ini diberikan dalam bentuk teori dan praktik. Teori disampaikan di kelas sebelum pelaksanaan kegiatan praktik di laboratorium, sedangkan untuk kegiatan praktik, saat ini para taruna harus melakukan visitasi ke Bandar Udara Sentani dikarenakan di laboratorium listrik Politeknik Penerbangan Jayapura masih belum dilengkapi dengan fasilitas *Airfield Lighting System* (AFL). Media pembelajaran adalah berbagai sarana atau alat yang digunakan untuk membantu proses pembelajaran dan penyampaian informasi. Media pembelajaran dapat berupa bahan visual, audio, atau kombinasi dari keduanya yang dirancang untuk meningkatkan pemahaman dan retensi materi pembelajaran. Tujuan penggunaan media pembelajaran adalah untuk membuat pengalaman belajar lebih menarik, efektif, dan memudahkan pemahaman siswa (Yanto, 2019).

Runway edge light adalah salah satu komponen penting dalam *Airfield Lighting System* (AFL). *Airfield lighting system* (AFL) sendiri adalah rangkaian sistem pencahayaan yang terdiri dari berbagai jenis lampu dan peralatan pendukungnya, yang dirancang untuk memastikan keselamatan pesawat saat lepas landas dan mendarat di landasan pacu atau *runway* (Salsabila, 2020). *Runway Edge Light* adalah daerah penerangan tepi atau sisi landasan pacu. Penerangan yang dimaksud terdapat pada tepi kanan dan tepi kiri landasan sebagai petunjuk lebar landasan pacu. Penerangan ini merupakan alat bantu secara visual dalam lalu lintas udara yang dapat memberikan bidang landasan sebenarnya. *Airfield Lighting System* (AFL) *portable* merupakan sistem pencahayaan menggunakan solar panel yang dirancang untuk bandara 2 terpencil atau sebagai lampu *emergency* (Fajar et al., 2019). Dimana sistem ini terdiri dari lampu LED *portable* yang dapat dengan mudah dipasang oleh teknisi tanpa perlu instalasi kabel yang rumit. Sistem portable ini dilengkapi dengan teknologi kontrol nirkabel menggunakan gelombang frekuensi yang memungkinkan operator untuk mengoperasikan dari jarak jauh. Akan tetapi, sistem kontrol ini memiliki kekurangan yaitu pada saat terjadi hujan atau cuaca buruk, sering terjadinya gangguan pada frekuensi. Studi ini bertujuan untuk mengetahui sistem kontrol monitoring *Runway Edge Light* menggunakan panel surya berbasis GSM, serta mengetahui kekurangan dan kelebihan pada rancangan *Runway Egde Light* menggunakan panel surya berbasis GSM.

KAJIAN PUSTAKA *Airfield Lighting System* (AFL)



Gambar 1. *Airfield Lighting System*

Sumber: <https://images.app.goo.gl/QZCoknhyfyLqA4b9A>

Airfield Lighting System (AFL) merupakan alat bantu pendaratan visual yang berfungsi membantu dan melayani pesawat udara yang melakukan tinggal landas, mendarat dan melakukan taxi agar dapat bergerak secara efisien dan aman (Nugroho, 2021). Fasilitas ini terdiri dari lampu-lampu khusus yang dirancang untuk memberikan isyarat dan informasi visual kepada penerbang, terutama ketika mereka sedang melakukan pendaratan atau tinggal landas. Isyarat dan informasi visual ini disampaikan melalui pengaturan konfigurasi, warna, dan intensitas cahaya dari lampu-lampu khusus tersebut. Secara umum, ketika penerbang akan melakukan pendaratan atau tinggal landas, mereka cenderung lebih mengandalkan penglihatan langsung ke luar pesawat daripada mengandalkan instrumen-instrumen yang ada di kokpit pesawat (Setyawan & Nafi, 2021). Isyarat dan informasi visual ini disediakan dengan mengatur konfigurasi, warna, dan intensitas cahaya dari lampu-lampu khusus tersebut. Pada umumnya, sewaktu akan melakukan pendaratan atau lepas landas, penerbang lebih mengandalkan penglihatannya ke luar pesawat daripada melihat instrumen yang terdapat dalam cockpit pesawatnya.

Runway Edge Light



Gambar 2. *Runway Edge Light*

Sumber: <https://images.app.goo.gl/q3z6eCpmYRZchijBA>

Runway Edge Lights, yaitu *runway lighting sign*, terdiri dari lampu-lampu yang dipasang pada jarak tertentu di tepi kiri dan kanan runway untuk memberikan panduan kepada pilot dalam pendaratan dan lepas landas pesawat pada siang hari saat cuaca buruk atau berkabut dan pada malam hari (Luwhihono et al., 2016). *Runway Edge Lights* harus disediakan untuk landasan pacu yang dimaksudkan untuk digunakan pada malam hari atau untuk runway pendekatan presisi yang digunakan pada siang atau malam hari. *Runway Edge Lights* dapat dipasang pada runway yang digunakan untuk lepas landas dengan operasi RVR minimum di bawah 9800m pada siang hari (Pratama, 2023). Cahaya yang dipancarkan oleh runway edge light adalah dua arah dengan warna kuning-bening (*yellow-clear*), bening (*clear-clear*), dan kuning-bening (*clear-yellow*). Konfigurasi Penempatan *Runway Edge Lights*, yaitu *runway edge lights* harus ditempatkan di sepanjang runway dan harus berada pada dua garis sejajar yang berjarak sama dari garis tengah. Lampu runway edge ditempatkan di sepanjang tepi area yang dinyatakan digunakan sebagai runway atau di luar tepi area dengan jarak tidak lebih dari 3 (tiga) meter (Saragi & Caesar Akbar, 2022). Untuk lebar runway lebih dari 60 meter. Jarak antara deretan lampu harus ditentukan dengan mempertimbangkan sifat operasi, distribusi cahaya, karakteristik lampu tepi landasan pacu dan Alat Bantu Pendaratan Visual lainnya. Untuk *Runway Instrument* jarak lampu tidak lebih dari 60 meter dan untuk *Runway Non Instrument* tidak lebih dari 100 meter. Lampu tepi runway akan terus menampilkan warna yang jelas (putih), kecuali untuk: bagian lampu 600 meter atau sepertiga dari panjang landasan pacu di mana lepas landas dimulai, lampu harus berwarna kuning dan dalam kasus Displaced

Threshold, sinar lampu antara *start runway* dan *threshold, diversion* harus berwarna merah pada arah *approach* (Taryana & Van Bronson, 2021).

Panel Surya



Gambar 3. Panel Surya

Sumber: <https://images.app.goo.gl/k5QqXkXLxyHvteAE6>

Sistem fotovoltaik atau pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) mengubah energi elektromagnetik dari sinar matahari menjadi energi listrik. Sistem PLTS terdiri dari modul fotovoltaik, *solar charge controller* atau *grid inverter*, baterai, inverter baterai dan beberapa komponen pendukung lainnya. Sistem PLTS ada beberapa jenis, baik untuk sistem PLTS terikat jaringan (*on-grid*) maupun sistem PLTS yang berdirisendiri atau di luar jaringan (*off-grid*) (Khotama et al., 2020). Panel surya atau sel surya adalah perangkat aktif yang memiliki kemampuan mengubah energi matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek fotolistrik. Teknologi fotovoltaik secara langsung mengonversi radiasi matahari menjadi energi listrik. Umumnya, teknologi ini diintegrasikan dalam suatu unit yang disebut modul surya. Modul surya terdiri dari beberapa sel surya yang dapat diatur dalam susunan seri atau paralel. Panel surya semakin mendapatkan popularitas di masyarakat, terutama seiring dengan berkurangnya cadangan energi fosil dan kemajuan global. Energi yang dihasilkan oleh panel surya bersifat sederhana, ekonomis, dan memiliki sumber daya yang tidak terbatas (Septiawan et al., 2022).

Baterai



Gambar 4. Baterai Panel Surya

Sumber: <https://images.app.goo.gl/KHCupSY5Kw82YWRg8>

Baterai adalah suatu perangkat yang berisi sel listrik yang mampu menyimpan energi yang dapat diubah menjadi energi. Baterai menghasilkan listrik melalui proses kimia. Baterai atau akumulator adalah sel listrik dimana proses elektrokimia reversibel berlangsung dengan efisiensi tinggi. Yang dimaksud dengan reaksi elektrokimia reversibel adalah dalam suatu baterai terjadi perubahan energi kimia menjadi energi listrik (proses pengosongan) dan sebaliknya dari energi listrik menjadi energi kimia (proses pengisian), melalui proses regenerasi baterai. Elektroda digunakan khususnya dengan melewatkannya arus dalam arah polaritas berlawanan di dalam sel (Pasaribu & Reza, 2021).

Solar Charge Control



Gambar 5. Solar Charge Control

Sumber: <https://images.app.goo.gl/MkE86XPPXbhXMqhs5>

Solar charge controller (SCC) adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang dibebankan ke baterai dan ditransfer dari baterai ke beban. Solar charge controller (SCC) mengatur overcharge (karena baterai penuh) dan kelebihan tegangan panel surya/solar cell. Solar charge controller menjaga keseimbangan energi baterai dengan mengatur tegangan maksimum dan minimum baterai, alat ini juga berfungsi untuk menjamin keamanan sistem, khususnya perlindungan overcharge baterai, perlindungan terhadap pemakaian berlebih oleh beban, pencegahan arus bolak-balik ke modul surya (Haryanto et al., 2021). *Charge controller* biasanya terdiri dari 1 input dengan 2 terminal dihubungkan dengan output panel surya, 1 output dengan 2 terminal dihubungkan dengan baterai dan 1 output dengan 2 terminal dihubungkan dengan beban. Arus DC dari baterai tidak dapat masuk ke panel surya karena biasanya terdapat dioda proteksi yang hanya mengalirkan arus DC dari panel surya ke baterai dan bukan sebaliknya. Seperti disebutkan, pengontrol muatan panel surya yang baik biasanya mampu mendeteksi kapasitas baterai. Ketika baterai terisi penuh, arus pengisian panel surya akan berhenti secara otomatis (Damanik et al., 2021).

Arduino Uno



Gambar 6. Arduino Uno

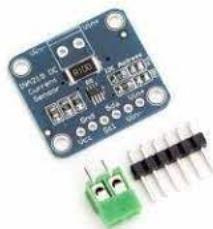
Sumber: <https://images.app.goo.gl/oQCqAR12G3kWbFsc6>

Arduino adalah platform prototype perangkat keras sumber terbuka yang sangat mudah digunakan untuk membuat proyek berdasarkan program. Papan Arduino dapat membaca masukan sebagai sensor, tombol dan mengolah itu sebagai outputan seperti pemicu motor, menyalaikan LED dan sebagainya. Arduino Board dapat diprogram dengan memberikan serangkaian instruksi khusus dengan menggunakan Arduino programming language dan perangkat lunak Arduino (IDE) (Prayitno et al., 2017). 17 Arduino Uno merupakan board mikrokontroler berbasis ATmega328 dengan 14 pin I/O digital (6 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, clock speed 16MHz, koneksi USB, daya soket data, header ICSP dan tombol reset. Board ini menggunakan catu daya yang dihubungkan ke komputer menggunakan kabel USB atau sumber daya eksternal menggunakan adaptor AC-DC atau baterai. Uno berbeda dari semua papan sebelumnya dalam hal konektivitas USB-ke-serial,

terutama menggunakan fungsi ATmega8U2 yang diprogram sebagai konverter USB-ke-serial, yang berbeda dari papan sebelumnya yang menggunakan chip pengontrol USB-ke-serial FTDI. Nama "Uno" berarti satu dalam bahasa Italia, untuk menandai dirilisnya Arduino 1.0. Uno dan versi 1.0 akan menjadi versi referensi Arduino. Uno adalah jajaran papan USB Arduino terbaru dan berfungsi sebagai model referensi untuk platform Arduino untuk dibandingkan dengan versi sebelumnya (Mugali et al., 2018).

Modul INA219

Modul sensor INA219 dapat membaca nilai tegangan dan arus pada suatu rangkaian listrik. Dilengkapi dengan interface I2C atau SMBUS-COMPATIBLE, peralatan ini mampu memonitoring tegangan shunt dan suplai tegangan bus, dengan konversi program times dan filtering. INA219 memiliki amplifier input maksimum +-320mV, sehingga dapat mengukur arus hingga +- 3,2 A. Dengan internal data 12 bit ADC, resolusi pada kisaran 3,2 A adalah 0,8 mA (Soedjarwanto et al., 2021).



Gambar 7. Modul INA219

Sumber: <https://images.app.goo.gl/nkiC9fdXHgmR9FLg6>

Pin IN+ dan IN- merupakan pin positif dan negatif input dari arus yang akan dilakukan pengukuran dimana pin positif dihubungkan dengan beban yang dialiri listrik sedangkan yang negatif dihubungkan dengan ground. Pin SCL dan SDA adalah pin serial bus clock line dan serial bus data line. Pin A0 dan A1 merupakan address dari pin analog input (Ismayana & Taswada, 2019).

Modul GSM SIM 800L



Gambar 8. Modul SIM800L

Sumber: <https://images.app.goo.gl/thXvVwMfJDtH87pZ6>

Modul SIM800L GSM/GPRS yang digunakan dalam penelitian ini berfungsi untuk menghubungkan pemantau utama dengan handphone. Perintah AT dapat diberikan ke modem GSM/CDMA untuk mengirim dan menerima data berbasis GSM/GPRS, atau mengirim dan

menerima SMS. SIM800L GSM/GPRS dikendalikan melalui perintah AT (Suryanto & Rijanto, 2019).

Sensor Tegangan DC



Gambar 9. Sensor Tegangan DC

Sumber: <https://images.app.goo.gl/jj4JZVwNWesocKyC7>

Sensor tegangan adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi tegangan DC atau AC. Pada alat yang akan dibuat menggunakan sensor tegangan DC untuk mendeteksi tegangan pada baterai. Modul ini memiliki 5 pin yang dibagi menjadi 2 bagian. Bagian pertama merupakan input dan bagian kedua output. Tanda (+) pada modul merupakan pin Vcc sedangkan tanda (-) merupakan pin GND dan tanda S (out) merupakan sinyal keluaran. Pin yang tersisa dari modul input akan dihubungkan ke pin (Artiyasa et al., 2020).

Blynk



Gambar 10. Aplikasi Blynk

Sumber: <https://images.app.goo.gl/FcqWkrG9mrJsKc9y8>

Blynk App merupakan platform aplikasi Mobile OS (iOS dan Android) untuk mengontrol kendali modul Arduino, ESP8266, Raspberry Pi, WEMOS D1, dan sejenisnya yang menggunakan internet. Kegunaannya yang sangat mudah untuk mengatur semuanya dan dapat dilakukan dalam waktu kurang dari 5 menit. Banyak yang tidak terikat pada tag atau modul tertentu. *Platform* inilah yang mengendalikan aplikasi apapun dari jarak jauh, kapanpun, dimanapun dengan kepastian kita selalu terhubung dengan koneksi yang stabil dan inilah yang disebut dengan *Internet of Things* (IoT). *Software* ini mempunyai fungsi untuk menghubungkan smartphone dengan *server blynk* sehingga dapat mengakses mikrokontroler yang digunakan. Aplikasi *blynk* adalah antarmuka lintas platform baru untuk memantau proyek di perangkat *Android* (Utara et al., 2020).

Kajian Penelitian Terdahulu

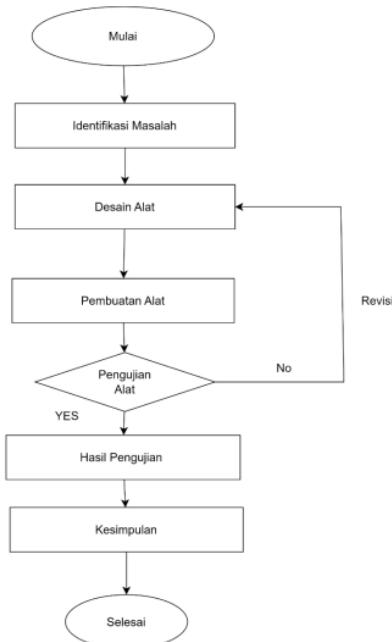
1. Penelitian pertama yang dilakukan oleh Soleh et al. (2022) dalam jurnalnya yang berjudul "Pengembangan Media Pembelajaran Portable Windsock Light dengan Tenaga Surya" menyatakan bahwa inovasi pembelajaran windsock light dengan menggunakan listrik tenaga surya sebagai energi alternatif yang ramah lingkungan. Penelitian ini diharapkan dapat membantu para taruna dalam memahami cara kerja alat tersebut di laboratorium.
2. Penelitian kedua yang dilakukan oleh Gunawan et al. (2019), yang diterbitkan dalam jurnal berjudul "Prototype Penerapan Internet of Things (IoT) Pada Monitoring Level Air Tandon Menggunakan Nodemcu Esp8266 dan Blynk", menyimpulkan bahwa Nodemcu

ESP8266 berfungsi sebagai mikrokontroler dan aplikasi blynk sebagai alat kontrol dan tempat monitoring hasil pengukuran. Hasil dari penelitian ini adalah alat yang dapat memantau stok air dan mengontrol air secara fleksibel dan efisien, meskipun masih belum maksimal.

3. Penelitian ketiga yang dilakukan oleh Suryanto & Rijanto (2019) dalam jurnalnya berjudul “Perancangan dan Konstruksi Alat Pencatat Biaya Penggunaan Listrik Pada Kamar Kos Menggunakan Modul 800L Global System for Mobile Communications (GSM) Berbasis Arduino Uno”. Sistem ini menggunakan 3 sensor arus ACS712, 1 sensor tegangan ZMPT101B untuk menghitung daya listrik. Sedangkan untuk mengetahui daya, ditambahkan modul Real Time Clock (RTC) untuk menghitung waktu konsumsi daya. Beban yang digunakan disini merupakan beban resistif sehingga nilai cos phinya baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem membaca nilai sensor secara akurat. Dilihat dari pembacaan serial monitor, tidak jauh berbeda dengan perhitungan manual. Nilai kesalahan rata-rata terjadi antara 0,2 hingga 1,3%. Dan sistem dapat mengirim SMS setelah 105 detik / membaca nilai sensor 5x

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode terapan (*applied research*) dan dengan tambahan studi literatur pada saat pengumpulan data dan sumber. Dimana metode penelitian terapan bertujuan untuk mendapatkan solusi dari masalah yang ada. Penelitian terapan dilakukan dengan menguji, menerapkan dan mengevaluasi masalah praktis dengan data berupa masalah rill (Sugiyono, 2019). Metode studi literatur digunakan untuk menemukan, mengevaluasi, dan menginterpretasikan penelitian yang terkait dengan topik tertentu. Proses perencanaan, pelaksanaan, dan pelaporan tinjauan dilakukan dengan menggunakan sumber seperti jurnal ilmiah, laporan pemerintah, dan artikel konferensi (Bunahri, 2023; Bunahri dkk., 2023).



Gambar 11. Diagram Alur Penelitian
Sumber: Data Riset

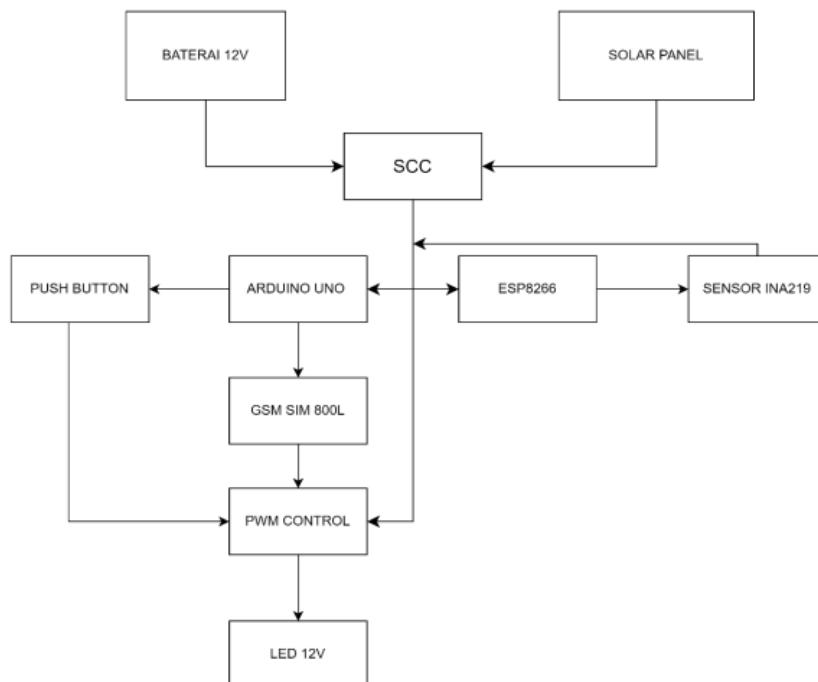
Alat ini dibuat untuk mendukung kegiatan pembelajaran tentang alat bantu pendaratan visual agar taruna bisa lebih memahami bentuk dan prinsip kerjanya. Tujuan dari pembuatan

alat ini juga untuk meningkatkan minat belajar taruna, mengingat fasilitas yang sesuai belum tersedia. *Runway Edge Light* yang dirancang juga dapat dikontrol dari jarak jauh maupun dekat, sehingga taruna dapat mempelajari sistem kontrolnya. Arduino Uno dan Esp8266 digunakan untuk mengontrol sistem dan melakukan monitoring. Sistem kontrol tersebut dapat dikendalikan melalui ponsel dengan mengirimkan pesan, sehingga taruna dapat melihat arus dan tegangan yang dihasilkan oleh panel surya.

Metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian terapan/pengembangan alat dalam proyek tugas akhir membuat *prototype runway edge light* menggunakan panel surya berbasis GSM sebagai media pembelajaran praktik di Laboratorium Listrik Politeknik Penerbangan Jayapura yaitu metode *experiment*. Dimana peneliti melakukan uji coba terhadap alat yang dibuat untuk mendapatkan data-data hasil percobaan. Kegiatan pembuatan alat dan pengujian tersebut bertempat di Laboratorium Listrik Politeknik Penerbangan Jayapura dengan waktu pelaksanaannya dimulai sejak April 2023 sampai Agustus 2023.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain dan Cara Kerja



Gambar 12. Diagram Blok Alat

Sumber: Data Riset

Diagram ini memulai dengan menginisialisasi Arduino Uno dan modul GSM 800l dan menunggu pesan SMS. Jika pesan SMS diterima, diagram akan membaca pesan dan mengecek apakah pesan tersebut berisi perintah "ON", "OFF", atau "PWM". Jika perintahnya adalah "ON", maka 28 diagram akan mengaktifkan PWM, menyesuaikan nilai duty cycle pada PWM, menyalaikan LED dengan kecerahan yang disesuaikan, dan mengirimkan balasan SMS "Lampu telah dinyalakan". Jika perintahnya adalah "OFF", maka diagram akan mematikan LED, mematikan PWM, dan mengirimkan balasan SMS "Lampu telah dimatikan". Jika perintahnya adalah "PWM", maka diagram akan menyesuaikan nilai duty cycle pada PWM dan mengirimkan balasan SMS "Kecerahan telah diatur". Jika pesan SMS tidak dikenali, maka diagram akan mengirimkan balasan SMS "Perintah tidak dikenali". Setelah itu, diagram akan kembali menunggu pesan SMS.



Gambar 13. Desain Akhir Alat
Sumber: Data Riset

Pengujian

1. Solar Panel

Pengujian solar panel pada rancangan ini bertujuan untuk memastikan sumber tegangan untuk rangkaian sistem mendapatkan tegangan yang dibutuhkan. Rangkaian panel surya digunakan sebagai sumber tegangan untuk mikrokontroler, beban-beban lain dan sensor-sensor. Pada pengujian panel surya dilakukan pada tanggal 12 Juli 2023 di lapangan voli Politeknik Penerbangan Jayapura dari pukul 08.00 sampai dengan pukul Gambar 4. 1 Alat keseluruhan (Sumber : Dokumentasi Penulis, 2023) 43 14.00. Pada pengujian ini panel surya dihubungkan dengan solar charger controller serta baterai untuk menyimpan tegangan listrik dari panel surya.



Gambar 14. Pengujian Solar Panel
Sumber: Data Riset

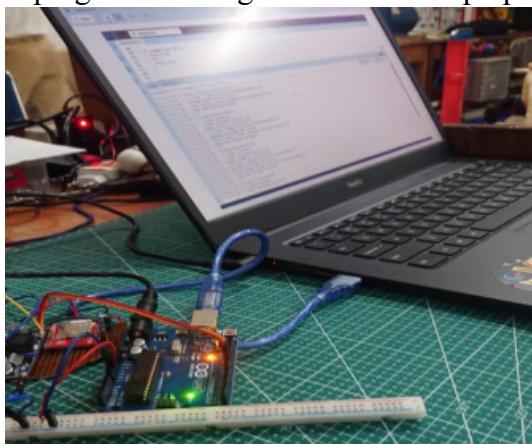
Dari hasil pengujian yang telah dilakukan berdasarkan prosedur yang telah dibuat dan beberapa jangka waktu yang telah ditentukan, didapatkan hasil bahwa seluruh perangkat solar cell telah bekerja dengan baik dan tidak ada indikasi adanya kerusakan dengan indikator tegangan yang dihasilkan diatas 12V. Tegangan listrik yang dihasilkan juga berdasarkan kondisi cahaya sinar matahari yang diterima oleh solar cell.

2. Rangkaian Mikrokontroler

a) Arduino Uno

Pada rangkaian mikrokontroler arduino uno mendapatkan sumber listrik 9 (sembilan) Vdc dari solar cell dan terhubung secara langsung dengan modul GSM

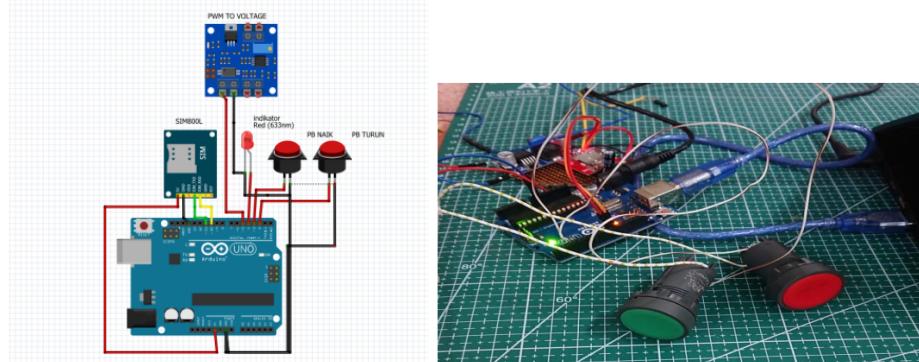
SIM 800L didapatkan hasil bahwa kondisi arduino uno dapat bekerja dengan baik dan siap untuk dipergunakan dengan indikator lampu pada Arduino uno menyala.



Gambar 15. Pengujian Arduino Uno
Sumber: Data Riset

b) Modul GSM SIM 800L

Modul GSM SIM 800L dihubungkan secara langsung dari arduino uno, untuk menerima data sms notifikasi yang kemudian akan dikirim langsung ke dalam arduino uno. Modul ini mendapatkan sumber tegangan yang bernilai sekitar 4 - 5Vdc, dilakukan percobaan dengan melakukan input program komunikasi serial. peneliti mendapatkan hasil bahwa modul SIM 800L siap untuk dipergunakan yang ditandai oleh modul tersebut mengirimkan sms balasan secara otomatis, pada saat peneliti mengirimkan perintah sms yang berisikan menyalakan atau mematikan lampu, serta mengatur tingkat intensitas cahaya melalui nilai-nilai pulse/trigger yang disesuaikan oleh kondisi lapangan.



Gambar 16. Pengujian Modul GSM
Sumber: Data Riset

c) Modul NodeMCU ESP8266

NODEMCU yang berbasis modul ESP8266 pada rangkaian ini akan di-supply oleh tegangan listrik searah yang berasal dari solar cell melalui solar charger control 49 (SCC), dengan nilai rata rata 5–9 Vdc. peneliti didapatkan hasil kondisi NODEMCU baik dan dapat segera dipergunakan dengan ditandai dengan lampu indikator menyala dan dapat tersambung pada wifi.

3. Rangkaian Sensor

Pada rangkaian sensor ini menggunakan sensor INA219 dan sensor tegangan DC dimana sensor-sensor tersebut mempunyai fungsi masing-masing. Sensor-sensor ini menggunakan tegangan kerja 5 Vdc dan dihubungkan ke ESP8266. Pengujian pada sensor ini bertujuan mengetahui sensitifitas sensor.

a) Sensor INA219

fungsii dari sensor INA219 dalam rangkaian ini adalah untuk memonitoring arus dan tegangan pada lampu sebagai bebannya. Hasil yang telah didapat oleh peneliti menunjukkan bahwa sensor INA219 telah mendeteksi nilai arus dan tegangan. Hasil nilai yang di dapat juga mengalami perubahan yang disesuaikan oleh tingkat intensitas cahaya pada lampu. Apabila redup, sedang, sampai terang akan menghasilkan nilai arus dan tegangan yang berbeda, artinya sensor ini dapat mendeteksi dengan baik.

b) Sensor Tegangan DC

Sensor tegangan DC atau voltage sensor akan membaca nilai tegangan yang dihasilkan oleh listrik searah. Hasil nilai yang didapat dari sensor ini, relatif akan berubah menyesuaikan dengan nilai tegangan yang di dapat pada baterai, tentunya dalam prototype ini baterai pada rangkaian solar cell menjadi beban yang akan dideteksi oleh voltage sensor. Walaupun nilai yang didapat berubah, hal ini menunjukkan sensor tegangan DC (voltage sensor) telah mendeteksi dengan baik.

4. Software

a) Arduino Uno

Program dibuat menggunakan sebuah aplikasi arduino IDE berdasarkan prinsip kerja sistem alat tersebut. Program yang dibuat kemudian di compile dalam software arduino. Kemudian program tersebut di upload ke mikrokontroler. Proses pengujiannya dengan melihat fungsi dari masing-masing port. Jika ada kesalahan maka diperlukan adanya perbaikan ulang, untuk mendapatkan hasil yang sesuai. Pengujian diperlukan karena akan sangat berpengaruh pada seluruh perangkat komponen yang ada. Baik itu komponen elektronik, mekanik dan software aplikasi pada komputer. Jika tidak sesuai dengan setting yang telah ditentukan maka antara perangkat mikrokontroler dengan perangkat lainnya tidak sinkron.

b) Blynk

Dalam Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah software blynk bisa dipergunakan dengan baik.

Sinkronisasi Hardware dan Software

Pada alat tugas akhir ini menggunakan perangkat keras yaitu Arduino, ESP8266 dan GSM SIM800L sebagai kontrol dan monitoring, Solar Charger Controller yang digunakan untuk menstabilkan tegangan yang masuk ke baterai, Sensor INA219 digunakan untuk memonitoring arus dan tegangan dari panel surya, sensor tegangan DC untuk memonitoring tegangan pada baterai yang nantinya ditampilkan pada aplikasi blynk. Selain menggunakan perangkat keras, pada alat tugas akhir ini juga diperlukan perangkat lunak untuk coding dan monitoring jarak jauh. Untuk perangkat lunak, alat ini menggunakan Arduino ide dan Blynk. Arduino ide digunakan untuk memprogram atau coding pada komponen perangkat keras agar

rangkaian alat yang terhubung dengan mikrokontroler dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan.

Kelebihan dan Kekurangan Alat

Setiap peralatan yang dihasilkan dari inovasi, terdapat berbagai macam kelebihan dan kekurangan. Kedua hal ini juga tidak terlepas dari *prototype* yang telah dibuat oleh peneliti.

1. Kelebihan Peralatan

- a. *Prototype* ini dapat mengatur tingkat intensitas cahaya yang dihasilkan oleh *runway edge light* melalui pesan-pesan perintah sms yang dapat disesuaikan oleh kondisi di lapangan.
- b. *Prototype* ini menggunakan sumber energi listrik dari *solar cell*, hal ini tentunya dapat mengurangi konsumsi listrik yang telah digunakan.
- c. Pada *prototype* ini dipasang sensor arus dan tegangan untuk memonitoring energi listrik pada baterai *solar cell* dan *runway edge light*.
- d. Digunakan sebagai media pembelajaran *Airfield Lighting System* (AFL) pada laboratorium listrik.

2. Kekurangan Peralatan

Disamping terdapat kelebihan peralatan, tentunya dalam *prototype* ini terdapat juga kekurangannya yaitu menggunakan panel surya dan mengandalkan sinar matahari, maka proses charging/pengisian pada baterai bergantung pada cuaca.

KESIMPULAN

Rancangan peralatan *Airfield Lighting System* (AFL) Portabel sebagai bahan pembelajaran di Politeknik Penerbangan Jayapura dibuat menggunakan beberapa mikrokontroler seperti ESP8622, Arduino Uno dan GSM SIM 800L dan beberapa sensor yaitu sensor INA219 dan sensor tegangan DC yang dapat menunjang pembuatan alat dimana GSM SIM 800L digunakan sebagai *controller* untuk melakukan komunikasi suara, SMS, dan data melalui jaringan seluler GSM. Pengontrol kecerahan lampu GSM berfungsi menerima pesan sms kemudian diteruskan ke Arduino sehingga Arduino dapat menaikkan atau menurunkan tingkat kecerahan lampu sesuai dengan yang diinginkan. Sensor INA219 digunakan untuk mengukur arus dan tegangan pada beban yaitu lampu dan sensor tegangan DC digunakan untuk mengukur dan memantau tegangan pada sirkuit DC.

REFERENSI

- Artiyasa, M., Nita Rostini, A., Edwinanto, & Anggy Pradifta Junfithrana. (2020). Aplikasi Smart Home Node Mcu Iot Untuk Blynk. *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*, 7(1), 1–7. <https://doi.org/10.52005/rekayasa.v7i1.59>
- Bunahri, R. R. (2023). Factors Influencing Air Cargo Business: Business Plan and Strategy, Professional Human Resources, and Airlines' Performance. *Journal of Accounting and Finance Management*, 4(2), 220-226.
- Bunahri, R. R., Supardam, D., Prayitno, H., & Kuntadi, C. (2023). Determination of Air Cargo Performance: Analysis of Revenue Management, Terminal Operations, and Aircraft Loading (Air Cargo Management Literature Review). *Dinasti International Journal of Management Science (DIJMS)*, 4(5).
- Damanik, W. S., Pasaribu, F. I., Lubis, S., & Siregar, C. A. (2021). Pengujian modul solar charger sntrol (SCC) pada teknologi pembuangan sampah pintar. *RELE (Rekayasa Elektrikal Dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 3(2), 89–93. <http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RELE/article/view/v3i2.6491>

- Fajar, M., Kurniawati, Z., & Herianto, A. (2019). Rancangan Simulasi Appraoch Lighting System Bandar Udara Menggunakan Microsoft Visual Studio 2015 di Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia. *Jurnal Ilmiah Aviasi Langit Biru*, 12(1), 109–116. <https://doi.org/10.35681/1560-9189.2015.17.3.100328>
- Gunawan, I., Akbar, T., & Anwar, K. (2019). Prototipe Sistem Monitoring Tegangan Panel Surya (Solar Cell) Pada Lampu Penerang Jalan Berbasis Web Aplikasi. *Infotek: Jurnal Informatika Dan Teknologi*, 2(2), 70–78.
- Haryanto, T., Charles, H., & Pranoto, H. (2021). Perancangan Energi Terbarukan Solar Panel Untuk Essential Load Dengan Sistem Switch. *Jurnal Teknik Mesin*, 10(1), 41–50. <https://doi.org/10.22441/jtm.v10i1.4779>
- Ismayana, S. D., & Taswada. (2019). *Prototipe Hybrid Pembangkit Listrik Tenaga Air (Plta) dan Pln Untuk Supply Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU)*.
- Khotama, R., Santoso, D. B., & Stefanie, A. (2020). Perancangan Sistem Optimasi Smart Solar Electrical pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan Metode Tracking Dual Axis Technology. *Jurnal Ecotipe (Electronic, Control, Telecommunication, Information, and Power Engineering)*, 7(2), 78–84. <https://doi.org/10.33019/jurnalecotipe.v7i2.1887>
- Luwhihono, A., Kurniawati, Z., & Edwin Firstnanda, F. (2016). Rancangan Alat Simulasi Tata Letak Dan Konfigurasi Sirkuit Lampu AFL Berbasis Mikrokontroler Di Program Studi Teknik Listrik Bandara Sekolah Tinggi Penerbang Indonesia. *Jurnal Ilmiah Aviasi Langit Biru*, 9(2), 21–36. <https://journal.ppicurug.ac.id/index.php/jurnal-ilmiah-aviasi/article/view/82>
- Mugali, S., G., B., Chilukuri, S., G, D., & B, K. (2018). Footstep Power Generation using Piezo Electric Sensors. *IJLTEMAS (International Journal of Latest Technology in Engineering, Management, and Applied Science)*, 7(5), 166–169. <https://doi.org/10.46610/joped.2022.v08i02.004>
- Nugroho, D. S. (2021). Rancangan Control Dan Monitoring AFL (Airfield Lighting System) Berbasis Iot Sebagai Sarana Pembelajaran Taruna Di Politeknik Penerbangan Surabaya. *Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan*, 1–6. <http://repo.poltekbangsbu.ac.id/187/%0Ahttp://repo.poltekbangsbu.ac.id/187/1/8> TA DWI.pdf
- Pasaribu, F. I., & Reza, M. (2021). Rancang Bangun Charging Station Berbasis Arduino Menggunakan Solar Cell 50 WP. *RELE (Rekayasa Elektrikal Dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 3(2), 46–55.
- Pratama, R. (2023). Cost Benefit Analysis (Cba) Perbandingan Biaya Dan Manfaat Pengoperasian Lampu Runway Edge Light Led Runway 3 Dengan Lampu Runway Edge Light Halogen Runway 2 Wilayah Runway Utara Di Bandara Internasional Soekarno-Hatta. *CAKRAWALA – Repotori IMWI*, 6(2), 1238–1246.
- Prayitno, W. A., Muttaqin, A., & Syauqy, D. (2017). Sistem Monitoring Suhu, Kelembapan, dan Pengendali Penyiraman Tanaman Hdriponik Menggunakan Blynk Android. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Komunikasi Dan Ilmu Komputer*, 1(4), 292–297. <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/87/46>
- Salsabila, N. I. (2020). Optimalisasi Fasilitas Airfield Lighting System Sebagai Penunjang Pelayanan Navigasi Dan Keselamatan Penerbangan Di Bandar Udara Tambolaka. *Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan (SNITP)*, 1–9.
- Saragi, A., & Caesar Akbar, M. (2022). Analisa Peningkatan Efisiensi Daya Listrik Runway Edge Light Di Bandar Udara Minangkabau Dengan Lampu LED. *Airman: Jurnal Teknik Dan Keselamatan Transportasi*, 5(2), 54–62. <https://doi.org/10.46509/ajtk.v5i2.230>
- Septiawan, Y. H., Alia, D., & Purnomo, H. (2022). Desain Solar Tracker Pada Solar Cell Berbasis Arduino. *Jurnal Samudra*, 7(2), 17–26. <https://doi.org/10.54992/7samudra.v7i2.121>

- Setyawan, H., & Nafi, C. (2021). Rancang Bangun Alat Monitoring Lampu Airfield Lighting (AFL) Double Runway Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputasi (ELKOM)*, 3(2), 135–147.
- Soedjarwanto, N., Nama, G. F., & Nugroho, R. A. (2021). Prototipe Smart Dor Lock Menggunakan Motor Stepper Berbasis IoT (Internet Of Things). *Electrician: Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro*, 15(2), 73–82. <https://doi.org/10.23960/elc.v15n2.2167>
- Soleh, A. M., Setiyo, S., Yoga, M. A. P., & Belvero, M. D. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Portable Windsock Light dengan Tenaga Surya. *Journal of Airport Engineering Technology (JAET)*, 2(2), 60–66. <https://doi.org/10.52989/jaet.v2i2.55>
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Suryanto, M. juhan dwi, & Rijanto, T. (2019). Rancang Bangun Alat Pencatat Biaya Pemakaian Energi Listrik pada Kamar Kos Menggunakan Modul Global System For Mobile Communications (GSM) 800L Berbasis Arduino Uno. *Jurusan Teknik Elektro*, 8(1), 47–55.
- Taryana, & Van Bronson, C. (2021). Rancang bangun Kontrol dan Monitoring pada Prototype Emergency Solar Runway Edge Light. *Airman: Jurnal Teknik Dan Keselamatan Transportasi*, 4(2), 155–164. <https://doi.org/10.46509/ajtk.v4i2.184>
- Utara, G. S., Wirastuti, N. M. A. E. D., & Setiawan, W. (2020). Prototipe Monitoring Suhu Ruangan Dan Detektor Gas Bocor Berbasis Aplikasi Blynk. *Jurnal SPEKTRUM*, 7(2), 1–7. <https://doi.org/10.24843/spektrum.2020.v07.i02.p1>
- Yanto, D. T. P. (2019). Praktikalitas Media Pembelajaran Interaktif pada Proses Pembelajaran Rangkaian Listrik. *INVOKEK: Jurnal Inovasi Vokasional Dan Teknologi*, 19(1), 75–82. <https://doi.org/10.24036/invotek.v19i1.409>