

Prototype Traffic Light Menggunakan Sistem Kontrol Jarak Jauh Berbasis Internet of Things Sebagai Media Pembelajaran Inovatif

Musri Kona¹, Rifqi Raza Bunahri², Dhian Supardam³, Hadi Prayitno⁴, Andi Muhammad Afrilianto Asning⁵, Yehezkiel Laodjaya Sangrapu⁶, Niken Stephanie Tarrua Kabanga⁷, Puput Amarta Lestari⁸

Politeknik Penerbangan Jayapura^{1,2,5,6,7,8}, Politeknik Penerbangan Indonesia Curug³, Akademi Penerbang Indonesia Banyuwangi⁴

Artikel info

Article history:

Submit: 27 November 2023

Revisi: 4 Desember 2023

Diterima: 7 Desember 2023

Kata kunci:

internet of things, media pembelajaran *prototype traffic light*, sistem kontrol jarak jauh

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan sebuah media pembelajaran untuk Program Studi Teknik Listrik Politeknik Penerbangan Jayapura yang dapat digunakan mahasiswa dalam pembelajaran berdasarkan keadaan aslinya. Metode yang dipakai yaitu *research and development* melalui identifikasi kebutuhan, perancangan *prototype*, implementasi, hingga evaluasi. Tahap pengujian dilakukan uji fungsional yaitu dengan menguji *software* dan *hardware* sesuai dengan prinsip kerjanya, setelah itu dilakukan uji efektivitas pada 3 responden ahli menggunakan instrument kuesioner. Hasil dari penelitian ini *prototype traffic light* yang menggunakan sistem manual dan kontrol dengan *internet of things* berjalan dengan baik serta mendapatkan efektivitas sebesar 87% atau sangat efektif sehingga media ini dapat digunakan pada mahasiswa untuk melakukan praktik dalam pembelajaran serta berimplikasi pada potensi peningkatan pengetahuan mahasiswa dengan memperkenalkan pada teknologi terkini yang relevan dengan kebutuhan industri.

Corresponding Author:

Nama: Musri Kona

Afiliasi: Politeknik Penerbangan Jayapura

E-mail: musrikona78@gmail.com

Pendahuluan

Tindakan untuk meningkatkan minat dan motivasi peserta didik dengan tujuan meningkatkan kemajuan dan kualitas pembelajaran, serta mendorong partisipasi aktif dalam proses pembelajaran, diharapkan dapat membawa perbaikan pada kualitas hasil belajar mereka (Miftah, 2013). Kemampuan belajar merupakan suatu bentuk pengukuran dan penilaian terhadap siswa terhadap hasil belajar yang telah dilakukan setelah siswa melakukan proses kegiatan belajar (Anggraini &

Pramudita, 2021). Pendidik perlu untuk berkomitmen lebih dalam dalam memfokuskan pada pemberdayaan teknologi pembelajaran dan pemanfaatan media pembelajaran di lingkungan kelas. Hal ini disebabkan oleh kebutuhan akan penyampaian informasi yang efektif dari pendidik ke peserta didik, di mana penggunaan media pembelajaran menjadi krusial. Pendekatan ini dianggap penting karena penyampaian informasi secara harfiah saja tidak cukup untuk menciptakan

lingkungan pembelajaran yang dapat dengan mudah dipahami oleh peserta didik (Sapriyah, 2019). Terlebih lagi, di era yang kini dipenuhi dengan teknologi, akses untuk menggunakan media pembelajaran tidaklah sulit (Sukandi, 2020). Pemberdayaan teknologi pada media pembelajaran sangat masif terjadi ketika pandemi Covid-19 melanda dimana media pembelajaran daring dikembangkan untuk mencegah penyebaran virus (Munandar et al., 2023)

Media pembelajaran merupakan alat yang dapat mendukung proses belajar mengajar, memastikan bahwa makna pesan yang disampaikan menjadi lebih jelas, dan tujuan pendidikan atau pembelajaran dapat tercapai secara efektif dan efisien (Karnoto et al., 2023). Hasil belajar merujuk pada evaluasi yang diberikan kepada peserta didik setelah mengikuti proses pembelajaran, yang melibatkan penilaian terhadap pengetahuan, sikap, dan keterampilan peserta didik, dengan tujuan untuk mengukur perubahan tingkah laku (Yanto, 2019). Media pembelajaran berperan sebagai salah satu sumber pembelajaran bagi peserta didik, memungkinkan mereka untuk memahami pesan dan informasi yang disampaikan oleh pendidik. Melalui penggunaan media, materi pembelajaran dapat ditingkatkan, dan pengetahuan peserta didik dapat terbentuk dengan lebih baik (Nurrita, 2018). Kehadiran media pembelajaran dalam penyampaian materi di dalam kelas dapat memberikan stimulus tambahan yang dapat meningkatkan minat peserta didik dalam proses belajar (Supriyono, 2018). Melalui ilmu pengetahuan yang disampaikan dengan baik maka peserta pembelajaran akan mendapatkan peningkatan kualitas hidup di bidang

pendidikan, ekonomi, dan sosial (Shohiby & Hermawan, 2022).

Politeknik Penerbangan Jayapura adalah kampus dibawah naungan Kementerian Perhubungan yang berada diujung timur Indonesia tepatnya di Jayapura dan terdiri dari salah satunya program studi Teknik Listrik Bandara. Mahasiswa Teknik Listrik di Politeknik Penerbangan Jayapura dipersiapkan untuk berkarir di sektor penerbangan yang menuntut keahlian khusus dan pemahaman mendalam terhadap sistem teknis yang digunakan dalam lingkungan tersebut. Pemenuhan kebutuhan ini, penggunaan media pembelajaran yang mencerminkan kejadian asli di industri penerbangan menjadi suatu keharusan (Siswaya et al., 2021). Pengintegrasian situasi realistik melalui simulator dan trainer yang sesuai, sehingga mahasiswa dapat mengembangkan keterampilan praktis dengan lebih baik, memahami tantangan yang dihadapi di lapangan, dan dapat menghadapi skenario-skenario yang mungkin terjadi di lingkungan penerbangan (Hidayat & Supriyanto, 2021).

Pada Bandar Udara Internasional Sentani, terdapat lokasi operasional dan daerah persimpangan yang terpisah. Oleh karena itu, ketika kendaraan operasional melintasi apron bandara, diperlukan kehadiran staf operasional untuk memberikan arahan kepada pengguna jalan yang menggunakan kendaraan operasional. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa kendaraan tersebut tidak melintas di wilayah yang akan dilalui oleh pesawat, sehingga dapat menjaga keamanan dan kelancaran operasional di bandara. Kondisi ini kadang menyebabkan ketidakteraturan terutama di daerah lintasan pesawat, kendaraan operasional, serta *ground support equipment*

lainnya (Bagus & Andraini, 2022). Lampu lalu lintas merupakan lampu yang mengatur aliran lalu lintas dan dipasang pada persimpangan jalan, lintasan pejalan kaki (*zebra cross*), dan lokasi lainnya yang memerlukan pengaturan arus lalu lintas (Syafikri et al., 2023). Sebagian besar sistem *traffic light* saat ini masih menggunakan pengatur waktu yang sudah terpasang pada sistemnya dan tidak dilengkapi dengan fitur pengaturan khusus untuk penyesuaian waktu penyalan *traffic light*. Kondisi ini mengakibatkan operator tidak memiliki kemampuan untuk menyesuaikan durasi waktu lampu yang menyala pada setiap arah secara fleksibel, sesuai dengan kondisi lalu lintas dan keberadaan kendaraan di persimpangan.

Mahasiswa yang memahami secara mendalam tentang desain, instalasi, dan pemeliharaan *traffic light* bandara akan menjadi ahli yang sangat berharga di industri penerbangan (Bagus & Andraini, 2022). Sistem ini bukan hanya menyediakan panduan visual untuk pilot saat lepas landas dan mendarat, tetapi juga memastikan keselamatan dan keamanan penerbangan secara keseluruhan (Bunahri et al., 2023). Pembelajaran yang baik tentang *traffic light* bandara, mahasiswa dapat menguasai keterampilan teknis yang dibutuhkan untuk mengelola infrastruktur pencahayaan bandara yang kompleks. Selain itu, pengetahuan ini memberikan landasan yang kuat untuk mahasiswa dalam merancang solusi inovatif, seperti prototipe *traffic light* berbasis IoT, yang dapat meningkatkan efisiensi dan kehandalan sistem pencahayaan di bandara (Bunahri, 2023).

Salah satu aspek penting dari pembelajaran ini adalah penggunaan *trainer traffic light* khusus untuk bandara. Media

pembelajaran ini dirancang untuk memberikan pemahaman mendalam tentang sistem pencahayaan di landasan pacu dan area sekitarnya (Imaduddin et al., 2020). Dengan pendekatan praktis, mahasiswa dapat mengimplementasikan konsep-konsep yang dipelajari dalam lingkungan yang mirip dengan kondisi nyata di bandara. Ini membantu menguasai desain, instalasi, dan pemeliharaan sistem pencahayaan yang kritis untuk keselamatan operasional bandara. Penggunaan media pembelajaran ini, Politeknik Penerbangan Jayapura bertujuan untuk memastikan bahwa lulusan program studi Teknik Listrik siap secara teknis dan praktis untuk berkontribusi dalam industri penerbangan dengan keahlian khusus dalam manajemen pencahayaan bandara.

Pada penelitian yang dilakukan Yuniahastuti et al. (2019) menghasilkan Berdasarkan performa dari trainer, ditemukan bahwa alat tersebut berfungsi dan beroperasi dengan efektif. Evaluasi kelayakan media menunjukkan angka sebesar 85,8%, yang dinilai dari tiga aspek dan dikategorikan sebagai sangat layak. Sementara itu, uji pemakaian berdasarkan hasil angket mencapai persentase sebesar 77,6%, dengan kategori penilaian baik. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Nurul & Suprianto (2015) menghasilkan jika respon siswa pada *trainer traffic light* berbasis ATMEGA16 memiliki respon yang baik dan efektif digunakan sebagai media pembelajaran. Begitu juga dengan penelitian Dalimunte & Sitorus (2021) yang alat *traffic light* berbasis Arduino mega mendapatkan kelayakan yang baik dalam penggunaannya sebagai media pembelajaran. Sehingga dapat dikatakan jika pengembangan media pembelajaran *traffic light* terutama pada

bandara menjadi tujuan dan pembelajaran yang inovatif bagi mahasiswa.

Metode

Metode penelitian pengembangan ini melibatkan langkah-langkah pengembangan, yang dimulai dari identifikasi kebutuhan, perancangan prototype, implementasi, hingga evaluasi. Penelitian ini memfokuskan pada penggunaan sistem kontrol jarak jauh berbasis IoT pada lampu lalu lintas sebagai media pembelajaran interaktif yang dapat meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep pengaturan lalu lintas bandara. Melalui pendekatan ini, diharapkan *prototype traffic light* dapat menjadi alat pembelajaran inovatif yang efektif, memungkinkan siswa untuk belajar secara praktis dan mendalam mengenai teknologi IoT dan sistem pengaturan lalu lintas, serta meningkatkan kesadaran akan pentingnya keselamatan berlalu lintas.

Tahapan pengujian terdiri dari dua tahapan yaitu uji fungsional dan uji efektifitas. Uji efektifitas dilakukan dengan cara menggunakan kuisioner kepada 3 praktisi bandara untuk mengetahui seberapa efektif *traffic light* digunakan sebagai *trainer* media pembelajaran. Pengujian efektifitas menggunakan angket dengan skala Guttman yang mempunyai dua alternatif jawaban setuju untuk 1 serta tidak setuju untuk 0. Skala Guttman adalah skala yang hanya menyediakan dua pilihan jawaban, misalnya ya–tidak, setuju–tidak setuju, baik–jelek, pernah–belum pernah, dan lain-lain (Syafikri et al., 2023). Hasil kuisioner tersebut kemudian dikonversi ke dalam bentuk skala persentase buat mengenali tingkatan efektifitas.

Teknik pengujian fungsional merupakan uji coba yang dilakukan untuk

dapat mengetahui hasil perancangan dan pembuatan alat. Tujuan dari pengujian fungsional dimaksudkan untuk menguji semua elemen-elemen perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang dibuat apakah sudah sesuai dengan yang diharapkan dan peralatan dapat berfungsi dengan baik.

Hasil dan Pembahasan

1. Hasil Media *Traffic Light*

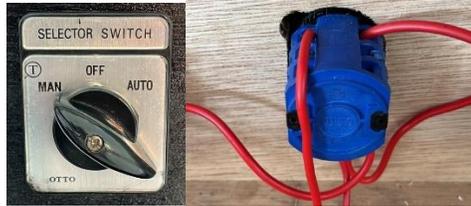
Pada pengujian rancangan ini terdiri dari beberapa tahapan dimulai dari pengujian terhadap tiap-tiap bagian pendukung hingga pengujian secara keseluruhan. Dari pengujian ini dapat diketahui kinerja dari komponen-komponen alat yang saling berinteraksi sehingga terbentuk rancangan sistem kontrol jarak jauh berbasis IoT menggunakan mikrokontroler NodeMCU.

- a. Penguncian *Traffic Light* secara Manual
 - 1) Langkah awal yang dilakukan pada rancangan *Prototype* ini yaitu menghubungkan fasa PLN 220V melalui MCB 6A.



Gambar 1. Power PLN dan MCB 6A

- 2) *Output* dari MCB 6A ini dihubungkan ke *Selector Switch* pada posisi manual.



Gambar 2. Selector switch posisi manual

- a) Dari *Selector Switch* akan mengaktifkan 2 *Push Button* agar bisa mengontrol *Traffic Light* secara manual.



Gambar 3. Push button untuk sistem manual

- b) Fasa dan netral dari masing-masing *push button* terhubung dengan kontaktor, kontaktor digunakan untuk menyuplai *power* ke beban.



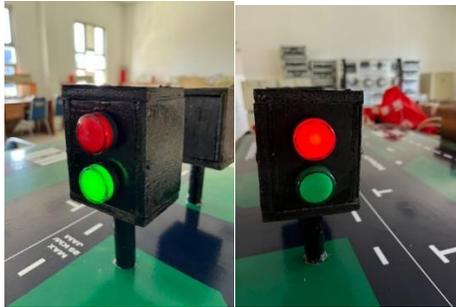
Gambar 4. Penggunaan kontaktor pemutus otomatis

- 3) Kontaktor tersebut mengaktifkan 2 *Time Delay Relay* (TDR) yang dimana pada rancangan proyek akhir ini berfungsi untuk mengatur kedipan lampu hijau dengan rangkaian flip flop pada *Traffic Light*. Sedangkan untuk lampu yang berwarna merah terhubung langsung dengan kontaktor.



Gambar 5. Timer Delay Relay untuk lampu hijau

- 4) Lampu *Traffic Light* menyala sesuai perintah.



Gambar 6. *Traffic light* menyala pada sistem manual

- b. Pengujian *Traffic Light* dengan kontrol Jarak Jauh

- 1) Sistem power PLN 220V PLN pada tahap rancangan jarak jauh sama seperti manual, hanya saja perbedaannya pada *output* yang di pilih dari *Selector Switch* posisi *Auto*.



Gambar 7. *Selector switch* posisi auto

- 2) *Output* dari *Selector Switch Auto* dengan sistem kerja kontrol jarak jauh terhubung dengan *relay* arduino.



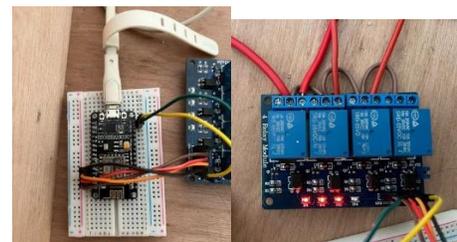
Gambar 8. *Selector switch* terhubung dengan *relay arduino*

- 3) NodeMCU ESP 8266 merupakan *hardware* dari IoT yang diaktifkan menggunakan adaptor keluaran 5V.



Gambar 9. Adaptor 5V

- 4) *Output* dari pin GPIO NodeMCU ESP 8266 terhubung ke *input* relay arduino menggunakan kabel *jumper* Arduino agar NO dan NC pada relay arduino aktif.



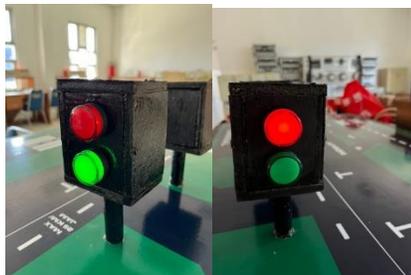
Gambar 10. 10 Pin GP100 dengan *relay module*

- 5) Setelah tersambung dengan relay arduino, maka akan dihubungkan pula dengan *Time Delay Relay* untuk berfungsi untuk mengatur kedipan lampu hijau dengan rangkaian *flip flop* pada *traffic light*.
- 6) Relay arduino juga terhubung dengan kontaktor untuk menyalakan/mengaktifkan lampu merah *traffic light*.



Gambar 11. Kontaktor terhubung dengan relay arduino

- 7) *Traffic Light* menyala sesuai perintah.



Gambar 12. *Traffic light* menyala pada sistem jarak jauh

- c. Pembahasan sistem kerja Manual

Penyalan *Traffic Light* yang dirancang membutuhkan *power* dari PLN dengan tegangan sebesar 220V. Lalu penulis menggunakan MCB 6A sebagai pemutus rangkaian listrik atau arus hubung singkat jika terjadi *short circuit*. Setelah itu tersambung dengan *Selector Switch* untuk memilih sistem mengendalikan rancangan *prototype* ini, semisal pada bagian ini adalah sistem kerja manual maka *selector switch* di putar ke sisi manual. Dari *Selector switch* lanjutlah dihubungkan dengan

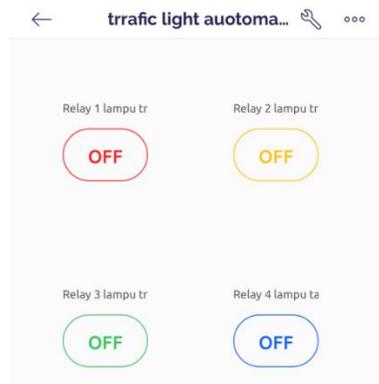
Push Button yang memiliki sistem kerja memutuskan atau menghubungkan aliran arus listrik dengan cara ditekan *unlock* (tidak mengunci). Dari *Push Button* penulis menyambungkan dengan kontaktor untuk mengontrol komponen secara otomatis. Untuk memaksimalkan penyalan *Traffic Light* sesuai aturan, maka penyalan lampu hijau menggunakan *Time Delay Relay* agar dapat membuat kedipan sesuai rangkaian *flip-flop* sedangkan untuk lampu merah terhubung langsung dengan kontaktor. *Traffic light* dapat menyala sesuai sistem yang diinginkan.

- d. Pembahasan sistem kendali jarak jauh

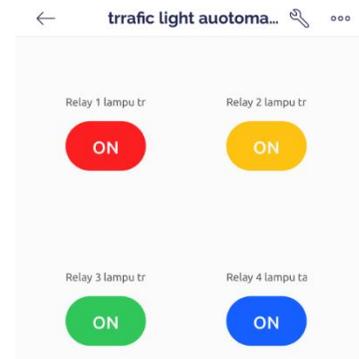
Penggunaan *power supply* menuju *selector switch* sama tetap memakai PLN dengan tegangan kapasitas 220V dan MCB 6A. Pada bagian ini, *selector switch* diputar tentunya ke sisi *auto* agar bisa dikendalikan dengan sistem jarak jauh. Dari *selector switch* dihubungkan

dengan Relay Arduino untuk menggerakkan kontaktor ketika menerima perintah dari aplikasi Blynk lalu ke NodeMCU ESP 8266. Tegangan listrik 220V diubah menjadi 5V DC menggunakan adaptor akan menjadi *supply* listrik menuju NodeMCU ESP 8266.

NodeMCU ESP 8266 sebagai mikrokontroler modul pintar akan mengelola data yang mengirim sinyal pada relay arduino. Kemudian data dari sensor dari hasil pembacaan akan ditampilkan ke *smartphone/laptop*. Ketika terjadi *auto cut off*, lampu *indicator* pada *thingspeak* akan menyala. Selanjutnya membuat kode program untuk fungsi monitoring serta mengontrol lampu melalui Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C.



Gambar 13. Tampilan *traffic light off*



Gambar 14. Tampilan *traffic light on*

2. Evaluasi Hasil Penelitian

Pada tahap evaluasi, alat diuji untuk memastikan alat yang dikembangkan memenuhi standar dan dapat bekerja dengan baik. Hasil evaluasi ini dimaksudkan untuk mengungkap kesimpulan pada alat sehingga dapat dilakukan perbaikan.

- a) Kesesuaian dengan permasalahan di lapangan

Prototype Traffic Light ini sebagai media pembelajaran di Laboratorium yang dimana harus sesuai dengan permasalahan di lapangan yaitu dapat membantu jalannya pergerakan pesawat ke *apron* dengan cara *Prototype Traffic Light* ini memberi perintah kepada pengguna kendaraan operasional agar tidak melintas dengan warna pada *Traffic Light* yang memiliki arti warna merah (stop) dan warna hijau/kuning (hati-hati/kendaraan) operasional dapat melintas di area persimpangan tersebut.

- b) Validasi staff lapangan

Validasi staff lapangan dilakukan oleh 1 orang *Airline Service Supervisor*, 2 orang *Airport Electrical Technician*, 1 orang *Airline Service Supervisor*, 2 orang *Air Movement*

Control, dan 5 orang *Outsourcing Electrical* dari Bandar Udara Sentani menggunakan angket yang berkaitan dengan pergerakan pesawat di sisi udara. Hasil yang didapat dari penilaian ahli materi dapat dilihat pada Tabel dari total skor penilaian ahli materi didapatkan hasil persentase dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{presentase} &= \frac{\text{skor yang didapatkan} \times 100\%}{\text{skor maksimal}} \\ &= \frac{29 \times 100\%}{33} \\ &= 87\% \end{aligned}$$

Tabel 1. Kriteria keefektifan

Hasil Persentase	Kriteria Keefektifitas
0% - 20%	Sangat Tidak Efektif
21% - 40%	Tidak Efektif
41% - 60%	Cukup Efektif
61% - 80%	Efektif
81% - 100%	Sangat Efektif

Berdasarkan hasil penilaian ahli materi yang dilakukan oleh tiga orang staff lapangan dapat ditarik kesimpulan yaitu didapatkan total hasil penilaian sebesar 29 dengan nilai presentase sebesar 87%. Maka *prototype* ini termasuk ke dalam katagori “Sangat Efektif” sehingga sangat layak untuk digunakan

3. Kelebihan dan Kekurangan Media

Dalam Kontrol *Monitoring Traffic Light* yang telah direncanakan oleh penulis, berikut ini terdapat kelebihan dan kekurangan yang dimiliki pada alat.

a. Kelebihan Alat

- 1) Memudahkan untuk memonitor peralatan *Traffic Light* dengan

sistem jarak jauh dan memiliki *emergency plan* dengan memonitor secara manual.

- 2) Dapat dengan cepat menerima signal/perintah *on-off* lampu melalui blynk pada tampilan perangkat *smartphone* maupun laptop.

b. Kekurangan Alat

- 1) Alat ini tidak dapat bekerja apabila tidak menggunakan koneksi jaringan internet.
- 2) Tidak dapat memonitor tegangan, arus, daya, dan frekuensi dari jarak jauh menggunakan *smartphone* maupun laptop.

4. Implikasi

Oleh karena itu, untuk mencapai tujuan pembelajaran, perancangan media yang efektif dan efisien tidak hanya bergantung pada keahlian pendidik. Beberapa strategi efektif dalam merancang media pembelajaran yang berkualitas juga dapat diidentifikasi dan diimplementasikan seperti yang disebutkan oleh Supriyono (2018) antara lain, (1) perancangan media sebaiknya memprioritaskan kesederhanaan agar dapat dipahami dengan jelas oleh peserta didik, (2) media harus disusun sesuai dengan materi pelajaran yang akan diajarkan, (3) media sebaiknya tidak terlalu kompleks agar tidak menyebabkan kebingungan pada peserta didik, (4) dalam perancangannya, media sebaiknya menggunakan bahan-bahan yang sederhana dan mudah diperoleh, tanpa mengurangi esensi dan fungsinya, (5) bentuk media bisa berupa model, gambar, bagan berstruktur, dan lain-lain, namun sebaiknya tetap

memanfaatkan bahan yang ekonomis dan mudah diakses agar mempermudah pendidik dalam proses perancangan.

Pengembangan prototipe *traffic light* dengan menggunakan sistem kontrol jarak jauh berbasis *Internet of Things* (IoT) dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan mendalam bagi mahasiswa. Dengan memadukan konsep IoT, mahasiswa dapat memahami secara langsung bagaimana teknologi terkini dapat diaplikasikan dalam sistem penerangan bandara (Cahyono & Talia, 2021). Ini tidak hanya memberikan pemahaman teoritis, tetapi juga keterampilan praktis dalam merancang, mengimplementasikan, dan mengelola sistem kontrol jarak jauh yang kompleks, relevan dengan tuntutan industri penerbangan modern (Bagiasa, 2019).

Selain itu, penelitian ini juga memiliki dampak potensial dalam meningkatkan daya saing lulusan di pasar kerja. Dengan adanya prototipe yang mencerminkan teknologi terbaru, mahasiswa dapat mengembangkan keahlian yang sangat dicari oleh industri penerbangan. Implikasi ini juga dapat menciptakan peluang kolaborasi antara Politeknik Penerbangan Jayapura dan industri penerbangan, memfasilitasi pertukaran pengetahuan dan pengalaman praktis yang dapat meningkatkan relevansi kurikulum dengan kebutuhan industri. Dengan demikian, penelitian ini bukan hanya memberikan manfaat langsung dalam pembelajaran mahasiswa, tetapi juga dapat membuka pintu bagi pengembangan lebih lanjut dalam meningkatkan kualitas pendidikan teknik listrik dan integrasi inovasi dalam pendekatan pengajaran.

Simpulan

Pendekatan inovatif ini membawa dampak positif yang signifikan dalam pembelajaran Teknik Listrik di Politeknik Penerbangan Jayapura. Pengembangan prototipe *traffic light* dengan sistem kontrol jarak jauh berbasis IoT bukan hanya memperkaya pemahaman teoritis mahasiswa tetapi juga memberikan pengalaman praktis yang lebih mendalam. Media pembelajaran ini mampu menciptakan situasi belajar yang mendekati kondisi nyata di lapangan, mempersiapkan mahasiswa untuk tantangan nyata dalam industri penerbangan. Selain itu, penelitian ini mengindikasikan potensi peningkatan daya saing lulusan dengan memperkenalkan pada teknologi terkini yang relevan dengan kebutuhan industri. Dengan demikian, implementasi prototipe ini dapat membuka jalan bagi perbaikan kurikulum, kolaborasi dengan industri, dan pengembangan lebih lanjut dalam mengintegrasikan inovasi sebagai bagian integral dari pendekatan pembelajaran Teknik Listrik di institusi pendidikan tinggi.

Daftar Pustaka

- Anggraini, P. D., & Pramudita, D. A. (2021). Peningkatan Kemampuan Belajar Matematika melalui Penerapan Pendekatan Problem Solving. *Buletin Pengembangan Perangkat Pembelajaran*, 3(1).
- Bagiasa, I. K. (2019). Penerapan Media Traffic Light Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Penjasorkes. *Jurnal Penjorkes*, 6(1), 11–23.
- Bagus, I., & Andraini, L. (2022). Pengembangan Smart Traffic Light berbasis IoT dengan Mobile Backend as a Service sebagai wujud Smart City bidang transportasi. *Portaldata.Org*, 2(10), 1–15.

- Bunahri, R. R. (2023). Factors Influencing Air Cargo Business: Business Plan and Strategy, Professional Human Resources, and Airlines' Performance. *JAFM: Journal of Accounting and Finance Management*, 4(2), 220–226. <https://doi.org/https://doi.org/10.38035/jafm.v4i1>
- Bunahri, R. R., Supardam, D., Prayitno, H., & Kuntasi, C. (2023). Determination of Air Cargo Performance: Analysis of Revenue Management, Terminal Operations, and Aircraft Loading (Air Cargo Management Literature Review). *DJIMS: Dinasti International Journal of Management Science*, 4(5), 833–844. <https://www.dinastipub.org/DIJMS/article/view/1822%0Ahttps://www.dinastipub.org/DIJMS/article/download/1822/1252>
- Cahyono, B. D., & Talia, N. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Simulasi Lampu Lalu Lintas Menggunakan Proteus dan Arduino. *Jurnal Pendidikan Dasar Dan Sosial Humaniora (JPDSH)*, 1(1), 65–70. <https://doi.org/10.31857/s013116462104007x>
- Dalimunte, B., & Sitorus, P. (2021). Pengembangan Prototype Traffic Light Mikrokontroler Berbasis Arduino Mega Pada Mata Pelajaran Teknik Pemrograman Mikroprosesor Dan Mikrokontroler Di Smk Negeri 1 Percut Sei Tuan. *JEVTE: Journal of Electrical Vocational Teacher Education*, 1(1), 10–17. <https://doi.org/10.24114/jevte.v1i1.25042>
- Hidayat, E. R., & Supriyanto, B. (2021). Validasi Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Mikrokontroler Model Traffic Light Pada Mata Pelajaran Mikroprosesor Dan Mikrokontroler. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 10(01), 9–16. <https://doi.org/10.26740/jpte.v10n01.p9-16>
- Imaduddin, I. R., Himawan, F., Hasan, F., & Susanto, F. (2020). Perancangan Desain Traffic Light Menggunakan Panel Surya. *JEECAE (Journal of Electrical, Electronics, Control, and Automotive Engineering)*, 5(1), 49–54. <https://doi.org/10.32486/jeecae.v5i1.512>
- Karnoto, Effendi, N., & Ramadhani, W. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Dasar Listrik Dan Elektronika Berbasis Lectora Inspire Di Smk Taruna Pekanbaru. *EduTeach: Jurnal Edukasi Dan Teknologi Pembelajaran*, 4(1), 12–22. <https://doi.org/10.37859/eduteach.v4i1.4499>
- Miftah, M. (2013). Fungsi dan Peran Media Pembelajaran Sebagai Upaya Peningkatan Kemampuan Belajar Siswa. *Jurnal Kwangsan*, 1(2), 95–105. <https://doi.org/10.31800/jurnalkwangsan.v1i2.7>
- Munandar, I., Purwoko, A., & Hermawan, H. D. (2023). Penggunaan Microsoft Teams untuk Pembelajaran Jarak Jauh di Sekolah Menengah Kejuruan pada Masa Pandemi. *Buletin Pengembangan Perangkat Pembelajaran*, 4(2).
- Nurrita, T. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *MISYKAT: Jurnal Ilmu-Ilmu Al-Quran, Hadist, Syari'ah Dan Tarbiyah*, 3(1), 171–187. <https://doi.org/10.33511/misykat.v3n1.171>
- Nurul, C., & Suprianto, B. (2015). Pengembangan Trainer Pengendali Traffic Light Jarak Jauh Memanfaatkan Koneksi Sms Gateway Berbasis Atmega16 Sebagai Media Pembelajaran Pada Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor Di Smkn 2 Bojonegoro. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 4(1), 49–53.
- Sapriyah. (2019). Peran Media Pembelajaran Dalam Proses Belajar Mengajar.

- Prosiding Seminar Nasional Pendidikan (FKIP)*, 2(1), 470–477.
<https://doi.org/10.35446/diklatreview.v3i1.349>
- Shohiby, N. N. I., & Hermawan, H. D. (2022). Optimalisasi Media Online dan Cetak dalam Pembelajaran Bahasa Inggris dengan Model Homeschooling. *Buletin Pengembangan Perangkat Pembelajaran*, 3(2).
- Siswaya, Sunardi, & Yudhana, A. (2021). Analisis Sistem Traffic Light Untuk Optimalisasi dan Antisipasi Kemacetan Lalu Lintas Berbasis Android. *Jurnal Teknologi Informasi*, 16(3), 86–91.
<https://doi.org/10.35842/jtir.v16i3.423>
- Sukandi. (2020). Pengembangan Media Pendidikan. *Pengembangan Media*, 5(1), 467–471.
- Supriyono. (2018). Pentingnya Media Pembelajaran Untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa. *Edustream: Jurnal Pendidikan Dasar*, 2(1), 43–48.
- Syafikri, M., Amini, S., Fatimah, T., & Pradana, R. (2023). Rancang Bangun Prototype Sistem Monitoring Lampu Lalu Lintas Cerdas Berbasis Internet of Things. *SENAFTI: Seminar Nasional Mahasiswa Fakultas Teknologi Informasi*, 2(1), 407–415.
- Yanto, D. T. P. (2019). Praktikalitas Media Pembelajaran Interaktif pada Proses Pembelajaran Rangkaian Listrik. *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional Dan Teknologi*, 19(1), 75–82.
<https://doi.org/10.24036/invotek.v19i1.409>
- Yuniahastuti, I. T., Anggraini, Y., & Risky, R. A. (2019). Pengembangan Trainer Traffic Light Menggunakan Arduino Uno Pada Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Pgri Madiun. *Faktor Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 6(3), 177–182.