

**PROTOTIPE *PHOTOMETRIC* UNTUK PENGUKURAN
PANCARAN CAHAYA DAN INTENSITAS AFL
MENGUNAKAN *ROBOT LINE RUNWAY LIGHT***

PROYEK AKHIR



Oleh :

MOCHAMAD ADI NUGROHO
NIT. 30121014

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK LISTRIK BANDAR UDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA
2024**

**PROTOTIPE *PHOTOMETRIC* UNTUK PENGUKURAN
PANCARAN CAHAYA DAN INTENSITAS AFL
MENGUNAKAN *ROBOT LINE RUNWAY LIGHT***

PROYEK AKHIR

Diajukan sebagai Syarat Menempuh Mata Kuliah Proyek Akhir pada
Program Studi Diploma 3 Teknik Listrik Bandar Udara



Oleh:

MOCHAMAD ADI NUGROHO
NIT. 30121014

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK LISTRIK BANDAR UDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN

PROTOTIPE *PHOTOMETRIC* UNTUK MENGUKUR PANCARAN CAHAYA
DAN INTENSITAS AFL MENGGUNAKAN *ROBOT LINE RUNWAY LIGHT*

Oleh :

MOCHAMAD ADI NUGROHO
NIT. 30121014

Disetujui untuk diujikan pada :
Surabaya, 08 Agustus 2024

Pembimbing I : Dr. KUSTORI, ST, MM.
NIP. 19590305 198503 1 002

Pembimbing II : Dr. PRASETYO ISWAHYUDI, ST, MM.
NIP. 19730916 199703 1 004

LEMBAR PENGESAHAN

PROTOTIPE *PHOTOMETRIC* UNTUK MENGUKUR PANCARAN CAHAYA DAN INTENSITAS AFL MENGGUNAKAN *ROBOT LINE RUNWAY LIGHT*

Oleh :

MOCHAMAD ADI NUGROHO
NIT. 30121014

Telah dipertahankan dan dinyatakan lulus pada Ujian Proyek Akhir
Program Pendidikan Diploma 3 Teknik Listrik Bandar Udara
Politeknik Penerbangan Surabaya
Surabaya, 08 Agustus 2024

Panitia Penguji :

1. Ketua : Drs. HARTONO, ST, M.Pd, MM.
NIP. 19610727 198303 1 002
2. Sekretaris : Dr. PRASETYO ISWAHYUDI, ST, MM.
NIP. 19730916 199703 1 004
3. Anggota : Dr. KUSTORI, ST, MM
NIP. 19590305 198503 1 002

Ketua Program Studi
D3 Teknik Listrik Bandara

Dr. GUNAWAN SAKTI, ST., MT.
NIP. 19881001 200912 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Mochamad Adi Nugroho
NIT : 30121014
Program Studi : D-III Teknik Listrik Bandara
Judul Tugas Akhir : Prototipe *Photometric* Untuk Mengukur Pancaran Cahaya Dan Intensitas Afl Menggunakan *Robot Line Runway Light*.

dengan ini menyatakan bahwa:

1. Tugas Akhir ini merupakan karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Politeknik Penerbangan Surabaya maupun di Perguruan Tinggi lain, serta dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan dalam daftar pustaka
2. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (Non-Exclusive Royalty-Free Right) kepada Politeknik Penerbangan Surabaya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan hak ini, Politeknik Penerbangan Surabaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan proyek akhir saya dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya. Apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Politeknik Penerbangan Surabaya.

Surabaya, 08 Agustus 2024



Mochamad Adi Nugroho
NIT.30121014

KATA PENGANTAR

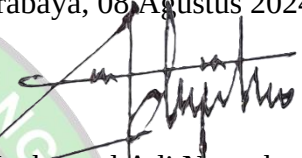
Puji syukur kehadirat ALLAH SWT atas segala rahmat dan karunia – Nya yang Telah memberikan kesehatan, pengetahuan, keterampilan, pengalaman yang senantiasa diberikan kepada penulis, sehingga penulis bisa menyelesaikan Proyek Akhir yang berjudul “*PROTOTIPE PHOTOMETRIC UNTUK MENGUKUR PANCARAN CAHAYA DAN INTENSITAS AFL MENGGUNAKAN ROBOT LINE RUNWAY LIGHT*” dengan baik dan lancar sesuai dengan waktu yang ditetapkan dan sebagai syarat untuk menyelesaikan program Diploma 3 Teknik Listrik Bandara di Politeknik Penerbangan Surabaya. Selama proses penyusunan Proyek Akhir ini penulis banyak menerima bantuan, bimbingan dan pengarahan dari berbagai pihak baik material, spiritual, serta saran. Pada kesempatan ini mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ahmad Bahrawi, S.E., M.T. selaku Direktur Politeknik Penerbangan Surabaya.
2. Bapak Dr. Gunawan Sakti, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Bandar Udara Politeknik Penerbangan Surabaya sekaligus selaku Dosen Pembimbing Materi Proyek Akhir.
3. Bapak Dr. Kustori, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Materi Proyek Akhir.
4. Bapak Dr. Prasetyo Iswahyudi., ST, MM selaku Dosen Pembimbing Penulisan Proyek Akhir.
5. Dosen Politeknik Penerbangan Surabaya yang telah memberikan pengetahuan dan memberikan pelajaran yang berharga untuk penulis.
6. Keluarga yang memberikan kasih sayang, dukungan, dan doa kapanpun dan dimanapun berada.
7. Teman-teman TLB XVI yang telah menyumbangkan pikiran, saran, dan motivasi serta adik-adik angkatan yang selalu memberikan dukungan.
8. Serta semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulisan Proyek Akhir ini.

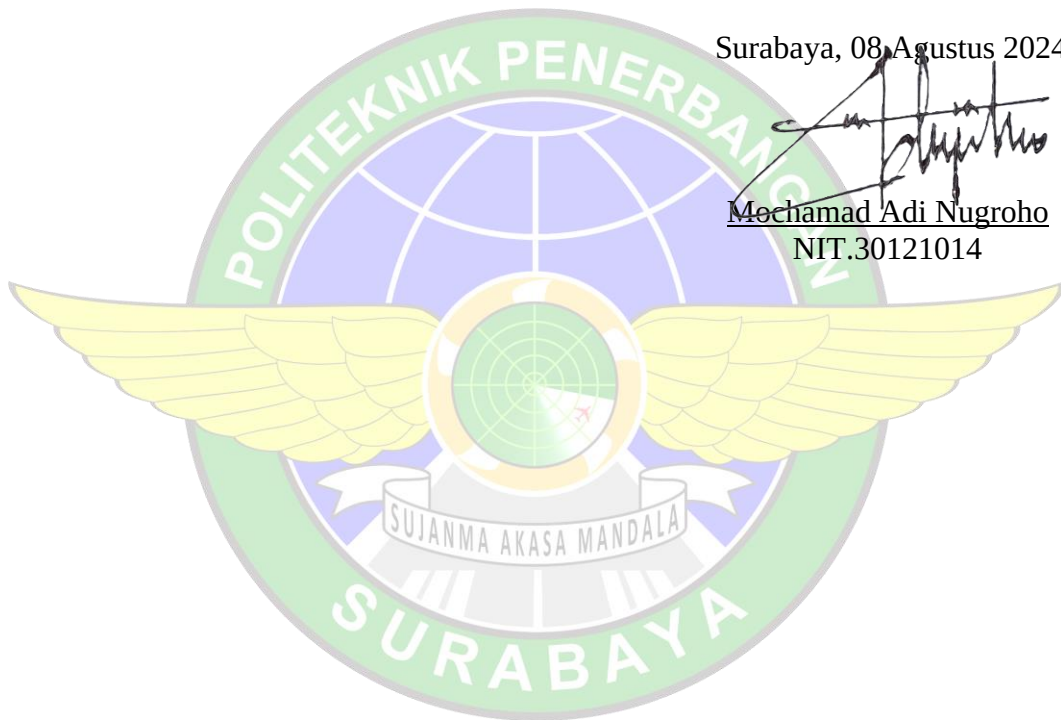
Penulis menyadari bahwa penulisan Proyek Akhir ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan, maka dari itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang dapat membangun dari semua pihak agar dapat membantu untuk menjadikan penulisan Proyek Akhir selanjutnya lebih baik.

Akhir kata penulis berharap semoga penulisan ini dapat bermanfaat dan selanjutnya dapat dikembangkan, berguna bagi semua pihak.

Surabaya, 08 Agustus 2024



Mochamad Adi Nugroho
NIT.30121014



ABSTRAK

PROTOTIPE *PHOTOMETRIC* UNTUK MENGUKUR PANCARAN CAHAYA DAN INTENSITAS AFL MENGGUNAKAN *ROBOT LINE RUNWAY LIGHT*

Oleh:

MOCHAMAD ADI NUGROHO

30121014

Sistem penerangan lapangan terbang (*Airfield Lighting System*) sangat penting untuk keselamatan penerbangan, terutama di malam hari atau cuaca buruk. Sistem ini termasuk lampu *Runway Edge* yang membantu pilot dalam pendaratan dan lepas landas. Pengukuran *photometric* digunakan untuk memastikan intensitas dan distribusi cahaya dari lampu-lampu ini memenuhi standar keselamatan.

Alat yang dikembangkan meliputi miniEVB sebagai mikrokontroler, sensor BH1750 untuk pengukuran intensitas cahaya, modul JDY-40 untuk kontrol dengan aplikasi *Android*, dan ESP8266 untuk pengiriman data ke *web server*. Sistem ini juga menggunakan modul XL6009 untuk suplai daya stabil. Pengujian dilakukan dengan pemantauan dan kontrol melalui *platform* Node-RED yang terhubung dengan broker MQTT.

Hasil pengujian menunjukkan alat ini akurat dalam mengukur intensitas cahaya pada berbagai jarak. Pada jarak 250 cm, pengaruh cahaya lingkungan terhadap pengukuran sangat minimal, menunjukkan keakuratan alat ini. Alat ini memudahkan pemantauan dan kontrol melalui aplikasi *Android* dan *web server*, memberikan solusi efektif untuk pengukuran intensitas cahaya.

Kata Kunci : Intensitas Cahaya, *Node-RED*, Pancaran Cahaya, BH1750, JDY-40.

ABSTRACT

PHOTOMETRIC PROTOTYPE FOR MEASURING LIGHT EMISSION AND AFL INTENSITY USING A LINE RUNWAY LIGHT ROBOT

By:
MOCHAMAD ADI NUGROHO
30121014

The Airfield Lighting System is crucial for aviation safety, especially at night or in adverse weather conditions. This system includes Approach Flood Lights (AFL) that assist pilots during landing and takeoff. Photometric measurement ensures the intensity and distribution of light from these lights meet safety standards.

The developed device includes miniEVb as the microcontroller, BH1750 sensor for light intensity measurement, JDY-40 module for control via an Android application, and ESP8266 module for data transmission to a web server. The system also uses the XL6009 module for a stable power supply. Testing was conducted with monitoring and control via the Node-RED platform connected to an MQTT broker.

Test results show the device accurately measures light intensity at various distances. At a distance of 250 cm, the influence of ambient light on measurements is minimal, demonstrating the device's accuracy. This device facilitates monitoring and control via an Android application and web server, providing an effective solution for light intensity measurement.

Keywords: *Light Intensity, Node-RED, Light Emission, BH1750, JDY-40.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Teori Penunjang.....	5
2.1.1 <i>Airfield Lighting System (AFL)</i>	5
2.1.2 Cahaya	17
2.1.3 Intensitas Cahaya	18
2.1.4 Iluminasi cahaya	19
2.1.5 <i>Photometric</i>	20
2.1.6 <i>Photodiode</i>	21
2.1.7 MiniEVB.....	22
2.1.8 Modul XL6009	24
2.1.9 Motor DC Gearbox	26
2.1.10 <i>Driver Motor</i>	28

2.1.11 Wireless Module JDY-40.....	29
2.1.12 Arduino IDE	31
2.1.13 Chassis Robot	32
2.1.14 Baterai 18650.....	33
2.1.15 Web Server.....	34
2.1.16 Modul BMS 3S	35
2.1.17 Modul Bluetooth HC-05	37
2.1.18 NodeMCU ESP8266.....	38
2.1.19 Modul BH1750	40
2.1.20 Motor Servo	41
2.1.21 Aplikasi Android.....	42
2.2 Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan	43
BAB III METODE PENELITIAN	47
3.1 Desain Penelitian.....	47
3.2 Perancangan Alat.....	49
3.2.1 Desain Alat	49
3.2.2 Cara Kerja Alat	51
3.2.3 Komponen Alat.....	53
3.3 Teknik Pengujian.....	55
3.4 Teknik Analisis Data	55
3.5 Tempat dan Waktu Penelitian	56
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	58
4.1 Hasil Penelitian.....	58
4.1.1 Pembuatan Perangkat Keras	58
4.1.2 Pembuatan Perangkat Lunak	69
4.1.3 Sinkronisasi Perangkat Keras dan Perangkat Lunak	71
4.2 Hasil Pengujian.....	72
4.2.1 Pengujian Perangkat keras	72
4.2.2 Pengujian Perangkat Lunak	86
4.2.3 Kekurangan dan Kelebihan Alat.....	88
BAB V KESIMPULAN.....	90
5.1 Simpulan.....	90

5.2 Saran.....	90
DAFTAR PUSTAKA.....	92
LAMPIRAN.....	A-1



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Airfield Lighting System	5
Gambar 2.2 Warna untuk aeronautical ground lights (filament-type lamp).....	7
Gambar 2.3 Warna untuk aeronautical ground lights (Solid state lighting)	8
Gambar 2.4 Runway Edge Light.....	9
Gambar 2.5 Diagram Isocandela untuk lampu runway edge dengan lebar runway 45m ..	10
Gambar 2.6 Taxiway Light	11
Gambar 2.7 Diagram Isocandela untuk lampu taxiway edge	12
Gambar 2.8 Threshold Light	12
Gambar 2.9 Diagram Isocandela untuk lampu threshold light	13
Gambar 2.10 Visual Range, R sebagai intensitas cahaya, dan $L = 10.000 \text{ cd/m}^2$	14
Gambar 2.11 Runway End Light.....	16
Gambar 2.12 Diagram Isocandela untuk lampu runway end dengan lebar runway 35m ..	17
Gambar 2.13 Warna – warna spektrum.....	18
Gambar 2.14 Photodiode.....	21
Gambar 2.15 MiniEVb	23
Gambar 2.16 Modul XL6009	26
Gambar 2.17 Motor DC	26
Gambar 2.18 Driver Motor	28
Gambar 2.19 Wireless Module JDY-40	29
Gambar 2.20 Logo Arduino IDE.....	31
Gambar 2.21 Chassis Robot.....	32
Gambar 2.22 Baterai 18650	33
Gambar 2.23 Web Server.....	34
Gambar 2.24 Modul BMS 3S.....	35
Gambar 2.25 Modul Bluetooth HC-05.....	37
Gambar 2.26 NodeMCU ESP8266	38
Gambar 2.27 Modul BH1750.....	40
Gambar 2.28 Motor Servo.....	41
Gambar 2.29 Aplikasi Android	42
Gambar 3.1 Langkah-langkah pengujian dan pengambilan data	47
Gambar 3.2 Blok diagram desain alat	49
Gambar 4.1 Wiring Diagram Transceiver.....	59
Gambar 4.2 Bentuk Fisik Transceiver Bagian Depan	59
Gambar 4.3 Bentuk Fisik Transceiver Bagian Belakang	60
Gambar 4.4 Modul Wireless JDY-40 yang pada Robot	60
Gambar 4.5 Wiring Diagram Transceiver pada Robot Line Runway Light	61
Gambar 4.6 Gambar Catu Daya	61
Gambar 4.7 Wiring Diagram Catu Daya	62
Gambar 4.8 Modul Motor Drive	63
Gambar 4.9 Wiring Diagram Kontrol Gearbox	63

Gambar 4.10 Modul XL6009	64
Gambar 4.11 Wiring Diagram Kontrol Motor Servo.....	64
Gambar 4.12 Wiring Diagram Sensor Photodiode	65
Gambar 4.13 Wiring Diagram Sensor BH1750.....	65
Gambar 4.14 Sensor BH1750.....	66
Gambar 4.15 Bentuk Mock Up dari Atas	67
Gambar 4.16 Bentuk Mock Up dari Samping	67
Gambar 4.17 Wiring Diagram Robot Line Runway Light	69
Gambar 4.18 Aplikasi Android	69
Gambar 4.19 Pembuatan UI dan Penyambungan ESP8266.....	71
Gambar 4.20 Tampilan Pada Web Server	71
Gambar 4.21 Koding Blink lampu pada ESP8266	73
Gambar 4.22 Bukti bahwa ESP8266 Berfungsi. 2.2	73
Gambar 4.23 Pengujian Output 5V dari ESP8266	74
Gambar 4.24 Pengujian Output 3,3V dari ESP8266.....	74
Gambar 4.25 Pengujian Input pada modul HC-05	74
Gambar 4.26 Pengujian Input pada modul JDY-40.....	74
Gambar 4.27 Pengukuran Hasil Modul BMS 3S.....	75
Gambar 4.28 Pengukuran Drive Motor L298N.....	76
Gambar 4.29 Pengukuran Transceiver pada Robot.....	77
Gambar 4.30 Pengukuran Input tegangan untuk miniEVB	78
Gambar 4.31 Pengukuran Input XL6009	79
Gambar 4.32 Pengukuran Output XL6009.....	79
Gambar 4.33 Cahaya Ruangan.....	80
Gambar 4.34 Pengujian Intensitas cahaya menggunakan Lux Meter	83
Gambar 4.35 Pengujian Robot pada Jarak 2m.....	84
Gambar 4.36 Pengujian Pancaran Lampu Runway Edge	85
Gambar 4.37 Pengujian Arduino IDE	86
Gambar 4.38 Pengujian Web Server	87
Gambar 4.39 Dashboard dari Web Server.....	87

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Kebutuhan Intensitas Cahaya	14
Tabel 2.2 Tabel Luminance Multiplier (LM)	15
Tabel 2.3 Spesifikasi Photodiode	22
Tabel 2.4 Spesifikasi Motor DC	27
Tabel 2.5 Spesifikasi Motor Driver	29
Tabel 2.6 Spesifikasi Wireless Module JDY-40	30
Tabel 2.7 Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan	43
Tabel 3.1 Konversi Modul Komunikasi	54
Tabel 3.2 Jadwal Pembuatan Proyek Akhir	56
Tabel 4.1 Pengukuran ESP8266, HC-05, JDY-40	75
Tabel 4.2 Pengujian pada Runway Edge Light 1	80
Tabel 4.3 Pengujian pada Runway Edge Light 2	81
Tabel 4.4 Pengujian pada Runway Edge Light 3	81
Tabel 4.5 Pengujian pada Runway Edge Light 4	81
Tabel 4.6 Pengujian pada Runway Edge Light 5	81
Tabel 4.7 Pengujian pada Runway Edge Light 1	82
Tabel 4.8 Pengujian pada Runway Edge Light 2	82
Tabel 4.9 Pengujian pada Runway Edge Light 3	82
Tabel 4.10 Pengujian pada Runway Edge Light 4	83
Tabel 4.11 Pengujian pada Runway Edge Light 5	83
Tabel 4.12 Tabel Pengujian Pancaran	84

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. (2002). *Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor: SKEP/114/VI/2002 Tentang Standar Gambar Instalasi Sistem Penerangan Bandar Udara (Airfield Lighting System)*.
- Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. (2003). *Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor: SKEP/157/IX/03 tentang Pedoman Pemeliharaan dan Pelaporan Peralatan Fasilitas Elektronika dan Listrik Penerbangan*.
- Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. (2017). *Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor: KP 262 Tahun 2017 Tentang Standar Teknis dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139 (Manual of Standard CASR – Part 139) Volume I Bandar Udara (Aerodrome)*.
- Wanto. (2008). Rancang bangun Pengukur Intensitas Cahaya Tampak Berbasis Mikrokontroler. Tugas Akhir. Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia
- Yuana, Haris.,Yuswandari. (2020). *Rancang Bangun Sistem Kendali Jarak Jauh Lampu Menggunakan Thingsboard Berbasis IOT*. 29-31.Adam Adam.
(2022). Robot Paralel Konfigurasi Delta Dengan Penggerak Motor Servo. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 1(1), 13–26.
<https://doi.org/10.58169/saintek.v1i1.32>
- Anwar, C., & Suprayitno, A. (2021). Desain Sistem Pendingin Kemasan Baterai Litium Ion Kapasitas Pengisian Cepat dengan PCM (Phase Change Material) dan Pelat Pendingin. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 6(1), 12–19.
<https://doi.org/10.52447/jktm.v6i1.4325>
- Asrul, Jabbar, A. A. (2023). *Sistem Monitoring dan Kontrol Listrik Pelanggan Rumah Tangga*. 169–175.
- Farizal, A., & Nurfiana. (2023). Rancang Bangun Sistem Monitoring Intensitas Cahaya, Suhu Dan Kontrol Otomatis Pada Kumbung Jamur Tiram Berbasis Internet of Things. *Jurnal Multidisiplin Saintek*, 01(04), 83–93.
<https://ejournal.warunayama.org/kohesi>
- Follower, L., Training, R., City, J., Robot, P., Follower, L., & Pengenalan, D. A. N. (2019). *LINE FOLLOWER ROBOT TRAINING AND INTRODUCTION OF INTERNET OF THINGS (IoT) FOR STUDENTS IN*. 01(2), 50–55.
- Hartana, A. I., Iswahyudi, P., Lestari, S., Surabaya, P. P., & Server, W. (2019). *Listrik Berbasis Web Server Menggunakan Mini*. 1–11.
- Hasri Awal. (2019). Perancangan Prototype Smart Home Dengan Konsep Internet

- of Thing (IoT) Berbasis Web Server. *Majalah Ilmiah UPI YPTK*, 26, 65–79.
<https://doi.org/10.35134/jmi.v26i2.53>
- Mubarak, B. R., Diantoro, M., & Karim, M. H. (2024). Battery Management System (BMS) Performance Test with 1- Cell, 2-Cell and 3-Cell Battery Arrays. *E3S Web of Conferences*, 517, 1–4.
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202451709001>
- Murtadho, F., & Firdaus, R. (2024). Pemanfaatan Panas Dinding Kompor Portabel untuk Charging Baterai Para Campers Berbasis Thermoelectric Generator. *Innovative Technologica: Methodical Research Journal*, 2(3), 1–12.
<https://doi.org/10.47134/innovative.v2i3.88>
- Nasution, N., Supriyanto, A., & Suciati, S. W. (2015). Implementasi Sensor Fotodioda sebagai Pendeteksi Serapan Sinar Infra Merah pada Kaca. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 3(2), 111–116.
- Part, R. (2022). *Tentang panduan desain aerodrome-alat bantu visual*.
- Prasetyo, J., & Purwanto, H. (2022). MENGONTROL KECEPATAN MAIN MOTOR DRIVE DC PADA ROTARI KILN PADA PT SEMEN BATURAJA (PERSERO). *Tbk*. 1(4), 447–455.
- Sawidin, S., Putung, Y. R., Waroh, A. P., Marsela, T., Sorongan, Y. H., Asa, C. P., Teknik, J., Politeknik, E., Manado, N., & 95252, M. (2021). Kontrol dan Monitoring Sistem Smart Home Menggunakan WebThinger.io Berbasis IoT. *Prosiding The 12th Industrial Research Workshop and National Seminar*, 464–471. www.arduino.cc
- Setiawan, D. (2017). SISTEM KONTROL MOTOR DC MENGGUNAKAN PWM ARDUINO BERBASIS ANDROID SYSTEM. 15(1), 7–14.
- Standards, I., Practices, R., Aviation, I. C., & Design, A. (2004). *Annex 14 Aerodromes: Vol. I* (Issue July).
- Sucahyo, I., & Triwibowo, F. (2017). SISTEM ALAT UKUR INTENSITAS CAHAYA TAMPAK BEBASIS ADUINO UNO DENGAN AKUSISI DATA MENGGUNAKAN SOTWARE PARALLAX DATA ACQUISITION. 06, 53–58.
- Suder, J., Podbucki, K., Marciniak, T., & Dąbrowski, A. (2021). *Opto-Electronics Review Spectrum sensors for detecting type of airport lamps in a light photometry system*. 29, 133–140.
- Sugiyono. (2015). *METODE PENELITIAN KUANTITATIF*.