

## Monitoring Pada Alat Penerangan Jalan Umum(PJU) Menggunakan Sensor *Passive Infrared Reciver(PIR) Berbasis Node-red*

**Muhammad Ismail Faruqi**

D4 Teknik Listrik, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya Email:  
m.ismail.19030@mhs.unesa.ac.id

**Reza Rahmadian, Widi Aribowo, Ayusta Lukita Wardani**

D4 Teknik Listrik, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya Email:  
rezarahmadian@unesa.ac.id, widiaribowo@unesa.ac.id, ayustawardani@unesa.ac.id

### Abstrak

Sistem penerangan jalan umum (PJU) saat ini masih banyak yang menggunakan pengontrolan dipanel secara manual. Dengan permasalahan tersebut untuk mengetahui keadaan lampu dari Penerangan jalan umum (PJU) berjalan baik atau tidak serta untuk mengetahui apakah lampu dalam keadaan nyala atau mati. Dari pernyataan tersebut maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui 1)jarak sensitivitas sensor PIR (Passive Infrared Reciver) dengan Gerakan pada PJU berbasis mikrokontroler untuk menghemat energi listrik. 2)perbandingan Arus Ketika diukur menggunakan tang ampere dan Node-red. Metode yang digunakan adalah eksperimental, yaitu Mengacu pada dua set variable. Set pertama berfungsi sebagai konstanta. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 1)Berdasarkan hasil pengujian didapatkan bahwa sesor PIR bekerja Ketika objek manusia pada jarak 1 hingga 8 meter dan bisa terdeteksi objek pada kondisi terang maupun gelap. 2)Berdasarkan hasil pengujian didapatkan bahwa sensor PZEM-004T Ketika diberi beban maka semakin besar beban arus yang diberikan pada alat maka nilai arus yang terbaca pada Node-red.

**Kata Kunci:** Penerangan Jalan Umum (PJU), Sensor *Passive Infrared Reciver (PIR)*, *Node-red*.

### Abstract

Public street lighting systems (PJU) at this time are still many that use manual panel control. With these problems to find out the state of the lights from public street lighting (PJU) running well or not and to find out whether the lights are on or off. From this statement, the purpose of this study is to determine 1) the sensitivity distance of the PIR (Passive Infrared Reciver) sensor with the movement on the microcontroller-based PJU to save electrical energy. 2) Current comparison when measured using ampere pliers and Node-red. The method used is experimental, which refers to two sets of variables. The first set serves as a constant. The results showed that 1) Based on the test results obtained that the PIR sensor works when the human object is at a distance of 1 to 8 meters and can be detected objects in bright and dark conditions. 2) Based on the test results, it is found that the PZEM-004T sensor when given a load, the greater the current load given to the device, the current value read on the Red Node.

**Keywords:** Public Street Lighting (PJU), *Passive Infrared Receiver (PIR) Sensor*, *Node-red*.

### PENDAHULUAN

Pada generasi masa industri saat ini (industri4.0) pertumbuhan teknologi sangatlah pesat, dengan pertumbuhan teknologi, sistem hendak dikombinasikan dengan bermacam aspek yang hendak menolong pekerjaan manusia jadi lebih Gampang (Hidayat et al., 2020). Dengan perkembangan teknologi *Internet of things* mengubah sistem penerangan jalan umum (PJU) yang selama ini di terapkan. *Internet of things* merupakan suatu konsep di mana sesuatu barang ataupun objek tanamkan teknologi-teknologi semacam sensor serta aplikasi dengan tujuan buat berbicara, mengatur, menghubungkan, serta bertukar informasi lewat fitur lain sepanjang masih tersambung ke internet, Fitur yang selalu aktif adalah ilustrasi bagaimana IoT digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

Dalam rangka meningkatkan keselamatan dan keamanan lalu lintas, lampu jalan atau yang sering disebut sebagai Penerangan Jalan Umum (PJU), digunakan untuk menerangi jalan di malam

hari sehingga pengendara dapat melihatnya dengan lebih jelas.(Tansri et al., 2020) Tujuan utama Penerangan Jalan Umum (PJU) adalah untuk memberikan penerangan buatan bagi pengendara kendaraan agar mereka dapat melakukan perjalanan dengan nyaman dan aman di malam hari.(Hidayatullah et al., 2022)

Pada dasarnya sistem penerangan jalan umum masih beroperasi secara manual, yang dimana masih dilakukan dengan menggunakan pengontrolan didalam panel secara manual, yang dimana setiap lampu hanya bisa dikontrol dan di kendalikan di dalam panel yang sudah terpasang, akan tetapi pemasangan penerangan jalan umum (PJU) secara manual ini kurang cocok untuk perbaikan dan pemeliharaan lampu.(Samsinar & Cahyadi, 2021) Dengan menggunakan penerangan jalan umum (PJU) secara manual maka akan menyebabkan kerugian waktu dan tidak efisien.(Aribowo et al., 2022) Dan Ketika malam hari sering kali lampu menyala terus menerus

sebelum timer waktu yang sudah ditentukan itu menyebabkan pemborosan energi listrik. (Rudini et al., 2021)

Penerangan jalan umum (PJU) terkadang lampu yang belum saatnya diganti tetapi mengalami kerusakan secara tiba-tiba sehingga mengurangi penerangan jalan umum yang mengakibatkan penerangan yang kurang maksimal. Penerangan jalan umum (PJU) biasanya hanya di kontrol secara manul di dalam panel dan kalau lampu yang mengalami kendala atau mati terkadang tidak segera diganti dikarenakan tidak mengetahuinya.

Dengan permasalahan tersebut untuk mengetahui keadaan lampu dari Penerangan jalan umum (PJU) berjalan baik atau tidak serta untuk mengetahui apakah lampu dalam keadaan nyala atau mati dan untuk mengurangi pemborosan energi listrik di malam hari pada penerangan jalan umum (PJU) dapat menggunakan aplikasi monitoring dari smartphone kita yaitu Node-red. Aplikasi Node-red merupakan aplikasi yang bertujuan untuk kendali module Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, ESP32 dan module sejenisnya melalui intern, dkkasan menggunakan Node-red adalah aplikasi yang mudah digunakan, sangat fleksibel, memiliki konsep yang mudah dimengerti, dan dapat membuat program monitoring secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.

## KAJIAN PUSTAKA

### Monitoring Penerangan Jalan Umum (PJU)

Monitoring Penerangan jalan Umum (PJU) adalah suatu sistem alat yang terdiri dari komponen-komponen yang disatukan yang didalamnya terdiri dari perangkat keras dan dat logger untuk memproses komponen yang sudah dirakit sehingga bisa di gunakan. Komponen-komponen pendukung dari perangkat keras tersebut diaplikasikan dalam sebuah PCB lubang untuk tujuan perakitan agar komponen bisa diaplikasikan sebagai sebuah alat yang nantinya bisa diggunakan dengan mudah. Tidak hanya perangkat keras yang dibutuhkan juga ada data logger sebagai alat komunikasi komponene yang nantinya komponenen tersebut bisa berjalan dengan adanya data logger yang sudah diserting dan datanya juga sudah dimasukkan ke dalam komponene yang Bernama ESP32.

### Komponen Perangkat keras

Komponen Perangkat Keras Semua bagian komputer yang dapat dilihat dengan kasat mata dan dapat ditangani secara fisik dianggap sebagai

komponen perangkat keras, komponen perangkat keras yang dibutuhkan:

#### 1. Node MCUESP 32

NodeMCU ESP32 ESP 32 merupakan mikrokontroler yang dikenalkan oleh Espressif System ialah penerus dari mikrokontroler ESP8266. Secara totalitas, ESP32 merupakan modul WiFi yang lengkap serta bermutu buat bermacam berbagai proyek IoT. (Firdaus et al., 2022) Dengan fitur lengkap serta harga terjangkau, ESP32 opsi pas buat kebutuhan komunikasi wireless. Apabila Kamu lagi mencari modul WiFi yang profesional serta gampang digunakan. ESP32 mempunyai banyak keunggulan semacam keahlian multitasking yang luar biasa, mengkonsumsi energi rendah, serta harga yang terjangkau. Dengan demikian, ESP32 ialah opsi pas untuk yang mau membuat proyek IoT dengan harga yang terjangkau. (Fandidarma et al., 2021)

#### 2. Sensor Passive Infrared Reciver (PIR)

Sensor ini disebut sebagai PIR (Passive Infrared Receiver) karena sensor ini hanya mendeteksi objek tanpa perlu menghasilkan energi. Lensa Fresnel, kristal piroelektrik, dan filter membentuk PIR. (Perkasa et al., 2021) Sensor ini sangat sensitif terhadap pergantian temperatur pada manusia

#### 3. PZEM-004T

PZEM004T ialah modul sensor yang bisa mengukur arus rms, tegangan rms, daya aktif, energi listrik, serta factor daya. (Prananda Putra et al., 2022) Selain itu, materi ini memenuhi setiap kriteria untuk pengukuran PZEM- 004T ini sebagai papan yang berbeda. Papan PZEM- 004T berukuran 3,15 x 7,4 cm. Kumparan transformator arus dengan diameter 33mm disertakan dengan modul PZEM- 004T. Pengkabelan bahan ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu kabel komunikasi serial dan kabel untuk input tegangan dan input arus., dan pengkabelan komunikasi serial. wiringnya cukup mudah, NodeMCU PZEM-004t 5V VCC RX D16 TX17 GND GND

#### 4. Relay single Chanel

Modul relay adalah salah satu perangkat yang menggunakan energi untuk menggeser kontaktor dari keadaan ON ke

OFF atau sebaliknya berdasarkan prinsip elektromagnetik atau sebaliknya dengan menggunakan listrik. Aksi induksi magnetik yang ditimbulkan oleh kumparan induksi listrik inilah yang menyebabkan terjadinya kontaktor tertutup dan terbuka ini.(Samsir et al., 2020)

5. LCD 1602 Blue

Liquid crystal display (LCD). Modul tampilan elektronik yang dikenal sebagai LCD digunakan dalam berbagai aplikasi dan perangkat, termasuk TV, komputer, kalkulator, dan ponsel.(Samsugi et al., 2020)

6. Alarm Buzzer

Buzzer Elektronika adalah sebuah komponen elektronika yang dapat menghasilkan getaran suara berupa gelombang bunyi. Buzzer elektronik menghasilkan getaran suara ketika tegangan listrik tertentu diterapkan padanya, tergantung pada bentuk dan ukuran buzzer elektronik itu sendiri. Pada umumnya, buzzer elektronika ini sering digunakan sebagai alarm karena penggunaannya yang cukup mudah yaitu dengan memberikan tegangan input maka buzzer elektronika akan menghasilkan getaran suara berupa gelombang bunyi yang dapat didengar manusia.(Manurung et al., 2021)

### Data Logger

Data logger merupakan perangkat elektronik yang digunakan untuk merekam dan menyimpan data dari berbagai jenis sensor atau instrumen pengukuran dalam waktu lama. Data logger biasanya digunakan dalam berbagai bidang seperti lingkungan, industri, pertanian, penelitian, dan banyak lagi.

1. Internet Of Things

IoT telah menarik banyak minat dalam beberapa tahun terakhir dari para peneliti dan praktisi di seluruh dunia. Istilah "Internet of Things" menggambarkan keterkaitan jaringan dari berbagai hal yang umum, banyak di antaranya memiliki kecerdasan bawaan.(Kurniawan et al., 2019)

2. MQTT

Untuk memonitor pipa minyak yang jauh dan sulit diakses, IBM memulai dan membesarkan proyek MQTT pada tahun 1999. Tujuan

proyek ini adalah untuk menciptakan protokol yang sangat hemat bandwidth dan menggunakan daya baterai paling sedikit. Protokol MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) adalah protokol berbasis TCP/IP yang memiliki dimensi paket informasi yang pendek dan rendah overhead (minimal 2 bytes) untuk meminimalkan pengaruhnya terhadap penggunaan suplai energi.

3. Node-Red

Node-RED adalah sebuah tool (alat) untuk membangun aplikasi Internet of Things (IoT) dengan fokus pada penyederhanaan 'wiring together' dari blok kode melakukan tugas. Menyediakan sebuah editor berbasis browser yang memudahkan penyambungan alur menggunakan berbagai node dalam palet yang dapat diterapkan ke waktu prosesnya dalam satu klik. Node-RED terdiri dari runtime berbasis Node.(Torres et al., 2020)

### METODOLOGI PENELITIAN

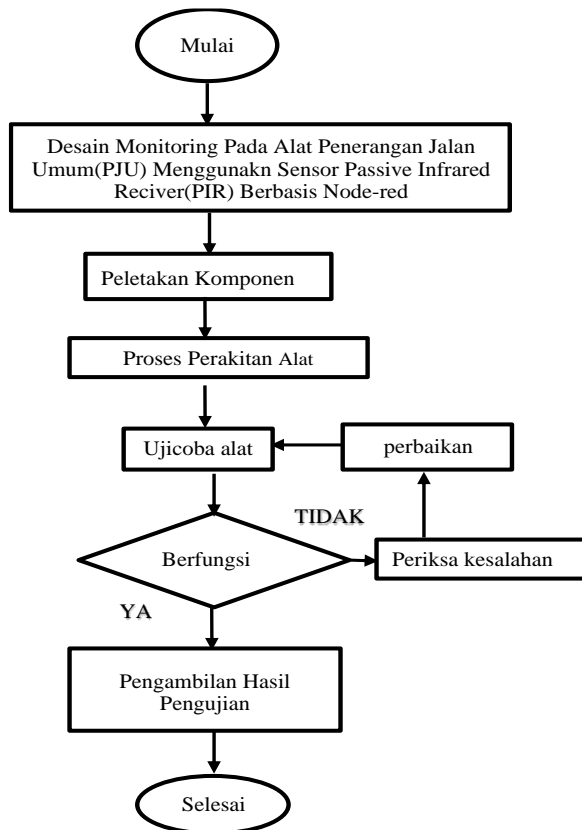
Pada penelitian ini, menggunakan metode perhitungan eksperimental. Perancangan dilakukan untuk mengetahui dan memahami tentang mengoperasikan *prototype* penerangan jalan umum (PJU) dengan memberikan sensor gerak PIR berbasis Node-Red yang berintegrasi dengan smartphone sebagai pengontrol alat tersebut. Perancangan Penerangan jalan umum (PJU) menggunakan program pada software Node-red yang akan diaplikasikan pada Node MCU Esp32. Informasi dikumpulkan dari berbagai sumber seperti buku, jurnal dan sumber lain yang berkaitan dengan tujuan penelitian yang telah dijelaskan di atas. Hasil penelitian merupakan bahan referensi dari berbagai teori yang telah dikumpulkan dan dievaluasi di masa lalu.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hasil

pembuatan monitoring pada alat penerangan jalan umum (PJU) Menggunakan Sensor Passive Infrared Reciver (PIR) Berbasis Node-red. Sistem yang dibuat berupa alat dan monitoring dijadikan referensi kemajuan teknologi PJU yang bisa dikontrol dengan menggunakan smartphone yang dikombinasi dengan perangkat Node-red, berikut komponen yang ada pada prototipe:

- a. NodeMCU Esp32
- b. Sensor PIR (Passive Infrared Receiver)
- c. PZEM-004T
- d. Relay single channel
- e. ICD 1602 Blue
- f. I2c
- g. PCB bolong
- h. Kabel NYAF Tunggal serabut 1x10mm
- i. Box Akrilik
- j. Lampu Led AC
- k. Power suplay
- l. Alaram Buzzer



Gambar 1. Flowchart Pembuatan Alat

Penerangan jalan umum (PJU) menggunakan sensor passive infrared reciver (PIR) yang menjadi model tugas akhir penulis yang membutuhkan rangkaian kontrol dan Node-red sebagai perintah penggerak alat ini melalui komunikasi wifi, dari hal tersebut berbagai percobaan untuk mengetahui respon sensor dengan acuan jarak sensitivitas sensor PIR (Passive Infrared Reciver) terhadap gerakan dan arus perbandingan yang dihasilkan Ketika diberikan beban pada penerangan jalan umum(PJU) berbasis Nod-Red dengan tang ampere pada sensor PZEM-004T.

Pengukuran dan pengujian ini dilakukan untuk mengetahui setiap bagian masukan

sensor Passive Infrared Reciver (PIR), sensor PZEM-004T, dan relay bekerja sesuai fungsinya, sebelum pembuatan alat ada langkah-langkah pembuatan alat yang dijelaskan pada gambar (1). Hasil pengujian akan dimasukan ke dalam tabel, setelah data hasil pengujian telah dimasukan ke dalam tabel maka langkah selanjutnya dengan mencari presentasi akurasi arus. Hasil yang diperoleh digabungkan menjadi grafik nilai arus, untuk persentasi akurasi arus berdasarkan persamaan (1), dimana  $\eta_A$  adalah presentase akurasi arus.

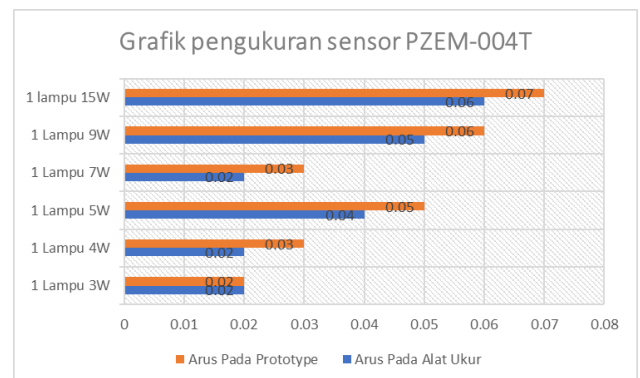
$$\eta_A = \frac{\text{Total } A \text{ Sensor} - \text{Total } A \text{ manual}}{\text{Arus manual}} \times 100\% \quad (1)$$

a. Pengujian sensitifitas sensor PIR

Tujuan pengujian sensor ini adalah untuk mengetahui sensitivitas sensor dalam mendeteksi objek baik jarak terdekat maupun jarak terjauh objek pada penerangan jalan umum (PJU) dimana sensor ini membutuhkan input 5Vdc. Sensor ini dipasang pada tiang yang langsung searah dengan objek untuk mendeteksi objek yang melewati sensor. dan dilakukan 20 percobaan. pada jarak 1 sampai 10 meter dan berikut hasil hasil pengujian sensitivitas sensor PIR.

b. Pengujian Pembacaan sensor

Dibandingkan dengan menilai parameter proses lainnya, pengujian pembacaan sensor adalah pengujian yang paling penting pada prototype. Dalam tes ini, variabel saat ini dibaca. Jika arus dapat terbaca, berarti lampu dalam kondisi baik. Tes ini dilakukan dalam 6 situasi pemuatan yang berbeda untuk membuat data pengukuran lebih fleksibel. Dalam hal ini data dibandingkan langsung dengan meteran tradisional yaitu tang ampere.



Gambar 2. Grafik Pengukuran Sensor PZEM-004T

Data dari diagram. menunjukkan hasil pengujian sensor arus dengan kondisi beban yang bervariasi. Berdasarkan persamaan (1) akurasi arus dari pengukuran arus dengan total arus sensor sebesar 0.026 dikurangi 0,021 dibagi arus manual sebesar 0.021 dikali 100% maka presentasi akurasi arus sebesar:

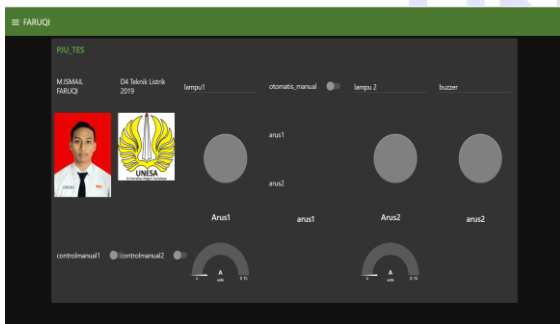
$$\eta_A = 0.24\%$$

Dari uraian diagram pada gambar (2) diketahui bahwa nilai presentasi akurasi arus sebesar 0.24%. semakin besar beban yang diberikan pada alat maka nilai arus yang terbaca pada sensor dan nilai arus yang diuji secara manual akan semakin besar.



Gambar 3. Hasil Jadi Alat

Gambar (3) menjelaskan hasil jadi perangkat keras monitoring Pada alat Penerangan Jalan Umum (PJU) menggunakan sensor Passive Infrared Reciver (PIR) berbasis Node-red.



Gambar 4. Monitoring pada Node-red

Gambar 4 merupakan Hasil jadi monitoring pada alat Penerangan Jalan Umum (PJU) menggunakan sensor Passive Infrared Reciver (PIR) berbasis Node-red.

## PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian yang sudah dilaksanakan, maka terbukti bisa dirancang sebuah sistem Monitoring Pada Alat Penerangan Jalan Umum(PJU) Menggunakan Sensor Passive Infrared Reciver (PIR) Berbasis Node-red. Adapun monitoring yang sudah dirancang yaitu berupa URL yang disalin diwebsite yang bisa diakses dari bermacam-macam device, seperti smartphone maupun laptop selama memiliki akses internet dan sudah terinstall aplikasi Node-red.. Adapun data (parameter) yang ditampilkan pada Node-red meliputi:

- 1) Nilai arus dari pembacaan sensor PZEM-044T;
- 2) Kondisi on/off lampu 1 dan 2;
- 3) Kondisi on/off buzzer;
- 4) Mode sistem (manual atau auto);

Pada saat melakukan monitoring terdapat delay beberapa detik antara kirim data dari sistem alat ke Node-red dikarenakan proses kirim datanya dipengaruhi oleh ketepatan internet (wifi) yang digunakan oleh sistem dan juga kecepatan pembacaan pada Node-red. Dalam melakukan monitoring, sistem ini memiliki presentasi akurasi arus terhadap parameter nilai arus sebesar 0.24%.

## KESIMPULAN

Berdasarkan Hasil Pengujian Pada jarak 9 meter sensor PIR tidak bisa untuk mendeteksi sinyal Infrared dikarenakan sensor PIR mempunyai jarak maksimum dalam mendeteksi suatu pergerakan pada objek hanya sampai 8 meter sesuai pengujian yang telah dilakukan.

Dalam perancangan sistem Monitoring Pada Alat penerangan jalan umum (PJU) berbasis Node-red, diperlukan sensor PZEM004T yang digunakan untuk me-monitroing hasil pengukuran arus serta arus bisa juga sebagai informasi ketika tidak ada beban pada arus maka lampu tersebut mati atau rusak yang mana lampu tersebut harus segera diganti,yangmana di control melalui smartphone dengan menggunakan WiFi portable sebagai penyuplai sinyal internet yang terkoneksi dengan ESP 32 yang menjadi platform IoT yang bersifat opensource.

## SARAN

Pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan mikrokontroller sesuai jumlah lampu agar dapat mengakses beberapa lampu dengan mudah tanpa menarik kabel terlalu panjang dan dapat membuat alat lebih simple lagi dengan mendisain alat dan komponen menjadi satu kesatuan di bagian tiang lampu.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Aribowo, Dwi, Priyogi, Guntur, Islam, Satria, Elektro, Pratama Tri, Sultan, Umar, dan Tirtayasa, Agung. 2022. *Aplikasi Sensor LDR (Light Dependent Resistor) untuk Efisiensi Energi pada Lampu Penerangan*. Jurnal Teknologi Elektro, 9(1).
- Fandidarma, Budi, Laksono, Rio Dwi, dan Pamungkas, Kurnia Widi Budi. 2021. *Rancang Bangun Mobil Remote Control Pemantau Area berbasis IoT menggunakan ESP 32 Cam*. *Electra: Electrical Engineering Articles*, 2(1), 31.
- Firdaus, Muhammad Riza, Joko, Munoto, dan Aribowo, Wahyu. 2022. *Pengembangan Trainer Pengendali Pengasutan Dan Pengereman Dinamik Motor Listrik AC 3 Fasa Berbasis IoT (Internet of Things) Menggunakan ESP32 dengan Interface Aplikasi Blynk di Kelas XI TITL SMKN 1 Driyorejo*. Jurnal Pendidikan Teknik Elektro, 11(01), 11–21.
- Hidayat, Taufiq, Sari, Dian Yunita, dan Azzery, Yusuf. 2020. *Analisa Prediksi Pertumbuhan Start-Up di Era Industri 4.0 Menggunakan Metode Markov Chain*. *Teknokom*, 3(2), 1–7.
- Hidayatullah, Sulaeman, Andang, Andang, dan Maulana, Fachruddin. 2022. *Penerangan Jalan Umum Pintar dengan Kendali Power Line Carrier berbasis Internet of Things*. *JITEL (Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Elektronika, dan Listrik Tenaga)*, 2(1), 47–56.
- Kurniawan, Edi, Muslim, Salman, Rahmadyanti, Eka, Aribowo, Wahyu, Kusumawati, Netti, Ismayati, Ernawulan, Basuki, Iwan, dan Rahim, Robbi Abas. 2019. *Vocational Students Readiness in the Face of the Industrial Revolution 4.0 and the Demands of Life in the 21st Century Skills*. *Celebes Education Review*, 1(1), 40–52.
- Manurung, Marde Kurniawan J., Poningsi, Petrus, Andani, S. R., Safii, Muhammad, dan Irawan, Indra. 2021. *Door Security Design Using Fingerprint and Buzzer Alarm Based on Arduino*. *Journal of Computer Networks, Architecture, and High-Performance Computing*, 3(1), 42–51.
- Perkasa, Rizky, Wahyuni, Rina, Melyanti, Rina, dan Irawan, Yudi. 2021. *Light Control Using Human Body Temperature Based on Arduino Uno and PIR (Passive Infrared Receiver) Sensor*. 2(4), 307–310.
- Prananda Putra, Guntur, Divayana, Yoga, dan Rahardjo, Pramudya. 2022. *Rancang Bangun Sistem Smart Home pada Rumah Kos Berbasis Internet of Things*. *Jurnal Spektrum*, 9(1), 136.
- Rudini, Rudini, Priatna, Edi, dan Usrah, Iyus. 2021. *Analisis Pencahayaan Penerangan Jalan Umum di Jalan Tol Kabupaten Pangandaran dan Peluang Hemat Energi*. *Journal of Energy and Electrical Engineering*, 3(1).
- Samsinar, Ratna, dan Cahyadi, Didik. 2021. *System Monitoring dan Perancangan Alat Pendeteksi Kerusakan Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU) Otomatis berbasis Internet of Things. Resistor (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)*, 4(2), 169–172.
- Samsir, Samsir, Sitorus, J. H. P., dan Saragih, R. S.. 2020. *Perancangan Pengontrol Lampu Rumah Miniatur dengan Menggunakan Micro Controller Arduino Berbasis Android*. *Jurnal Bisantara Informatika*, 4(1), 1–11.
- Samsugi, Samsugi, Mardiyansyah, Zulfi, dan Nurkholis, Ahmad. 2020. *Sistem Pengontrol Irigasi Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno*. *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, 1(1), 17.
- Tansri, Angga Budi, Subianto, Mohamad, Widodo, Rinto B., Giovanni, Yosua, dan Randi, Ovi Iswanto. 2020. *Rancang Bangun Prototipe Sistem Pemantauan dan Pemetaan Lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) Berbasis Arduino UNO*. *Smatika Jurnal*, 10(01), 19–25.
- Torres, Diego, Dias, João Paulo, Restivo, António, dan Ferreira, Helena Sarmiento. 2020. *Real-time Feedback in Node-RED for IoT Development: An Empirical Study*. *Proceedings of the 2020 IEEE/ACM 24th International Symposium on Distributed Simulation and Real Time Applications*, DS-RT 2020.