

Desain *Internet of Things* Untuk Monitoring Lampu Jalan Dilengkapi Dengan Sensor Gerak *Passive Infra Red*

Ahmad Habib Maulana^{1*}, Adhi Kusmanto², dan Bambang Hadi Kunaryo³

¹Affiliasi

purwokerto kec, tayu kab, pati, 59155, indonesia

* Email: habibmaulana709@gmail.com

Abstrak— Setiap harinya lampu PJU menyala selama 12 jam sehingga menjadikan pemborosan listrik. Oleh karena itu dengan di buat lampu hemat energi menggunakan sensor gerak PIR (Passive Infra Red) dapat menjadikan solusi penghematan energi listrik. Hasil dari penelitian ini sistem lampu otomatis menggunakan sensor PIR (Passive Infra Red) dapat bekerja dengan baik sehingga bisa di gunakan solusi penghematan daya. Jika ada kendaraan yang lewat maka lampu akan menyala secara otomatis, dan jika tidak ada kendaraan yang lewat maka lampu akan redup secara otomatis. Hal tersebut cukup menghemat energi. Pengendalian lampu PJU ini menggunakan arduino uno untuk program pengendali dan relay untuk pengendali lampu, di gunakan ESP node mcu untuk pengambilan data menggunakan IOT sehingga bisa memantau tegangan selama 12 jam. Dari data tersebut, rata-rata hasil dari penggunaan alat hemat energi menggunakan sensor PIR berhasil menghemat energi 41% untuk volt, 39% untuk amper, dan 39% untuk watt. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan alat hemat energi menggunakan sensor PIR memiliki potensi dalam menghemat energi.

Kata kunci: Hemat Energi; Lampu Otomatis; Sensor Gerak

I. PENDAHULUAN

Pengendalian lampu pada lampu penerangan jalan masih banyak yang hanya bisa nyala saat malam hari dan mati saat siang hari. Sehingga penggunaan energi listrik untuk lampu jalan cukup boros, karena saat tidak di gunakan lampu tetap menyala.

Lampu yang di gunakan untuk penerangan jalan memiliki daya sebesar 120 watt yang menyala selama 12 jam, jika di biarkan menyala selama 12 jam tanpa ada yang memakinya akan menjadikan pemborosan energi listrik. Pemborosan tenaga listrik harus di cegah, karena pemasokan tenaga listrik semakin terbatas. Penghematan tenaga listrik akan menguntungkan produsen dan konsumen. Pengendalian energi listrik pada lampu jalan harus di lakukan, karena tidak sepenuhnya lampu menyala akan di gunakan, sehingga bisa menjadikan penghematan energi. Penghematan energi ini menggunakan alat penghemat energi otomatis dengan sensor gerak *passive infra red* dan di pantau langsung menggunakan *internet of things*.

Dari yang di uraikan di atas ada rumusan masalah yang bisa di abail. Merancang lampu otomatis dengan menggunakan sensor gerak yang di monitoring dengan *internet of things*, efisisensi dari alat yang dibuat, perbandingan hasil penghematan energi yang di pantau dengan *internet of things*.

Dalam penelitian ini juga memiliki beberapa tujuan. Merancang alat yang dapat mengontrol lampu dengan otomatis dan bisa dimonitoring langsung dengan *internet of*

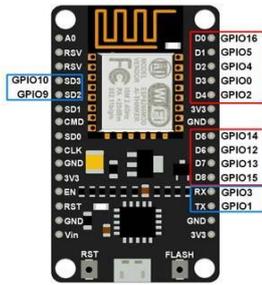
things, melihat bagaimana keefektifan lampu otomatis dalam menghemat energi, menegetahui kerja sensor gerak *passive infra red*. Ada manfaatnya dalam penelitian ini. Dengan adanya penelitian ini dapat menciptakan alat yang dapat di gunakan dalam msyarakat, menambah wawasan yang berkaitan dengan lampu yang berbasis sensor gerak, menghemat energi listrik untuk pengurangan energi berlebihan atau energi yangb tidak di perlukan.

II. STUDI PUSTAKA (OPTIONAL)

A. ESP 8266 NodeMCU V3

ESP 8266 NodeMCU V3 adalah sebuah *open source platfrom* dan pembangkit kit yang menggunakan bahasa pemograman untuk pengendaliannya. NodeMCU V3 adalah sebuah mikrokontroler yang di tambah dengan modul wifi ESP8266 [1].

ESP8266 telah menjadi perangkat penting dalam proyek *Internet of Things* (IoT) berkat serangkaian fungsi kritis yang dimilikinya. Dalam ESP8266 yang membuatnya menjadi pilihan utama bagi pengembang IoT. Dengan adanya ESP dapat di buat sebuah proyek menggunakan konsep yang sudah di aplikasikan dalam proyek yang menggunakan sensor dan mikrokontroler untuk menerjemahkan input analog ke dalam sistem *software*. Di bawah ini adalah gambar dan spesifikasi ESP NodeMCU V3.



Gamabar 1. ESP 8266 NodeMCU V3

Tabel 1. Spesisfikasi ESP 8266 NodeMCU V3

| Parameter | Spesifikasi |
|------------------|------------------|
| Mikrokontroler | Tensilica 32 bit |
| Tegangan Oprasi | 3.3V |
| Tegangan Input | 7-12V |
| Flash Memory | 4 KB |
| Pin Digital I/O | 16 |
| Pin Analog Input | 1 (10 bit) |
| Interface UART | 1 |
| Interface SPI | 1 |
| Interface I2C | 1 |

B. Arduino Uno

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328. Memiliki 14 pin input dari output digital. Dimana 6 pin input tersebut digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler [2].

Setiap 14 pin digital pada Arduino Uno dapat digunakan sebagai input dan output, menggunakan fungsi pinMode, digitalWrite, dan digitalRead. ATmega328P menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX dan 1 (TX).

Tabel 2. Spesifikasi Arduino Uno

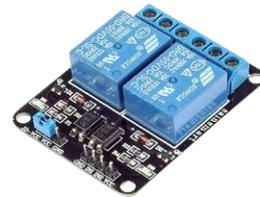
| Parameter | Spesifikasi |
|-------------------|-------------|
| Microcontroler | ATmega 328 |
| Oprator voltage | 5V |
| Input voltage | 7-12V |
| Digital I/O pins | 14 |
| Analog input pins | 6 |
| Memory | 32KB |
| SRAM | 2KB |
| EEPROM | 1KB |
| Speed | 16MHz |



Gamabar 2. Arduino Uno

C. Relay

Relay adalah saklar yang di oprasikan dengan listrik, di lengkapi dua bagian yakni elektomagnet (*coil*) dan meknikal (*switch*) [3]. Di mana komponen ini memanfaatkan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dapat menghantarkan listrik. Sebuah medan magnet yang sifatnya sementara namun selalu ada. Yang mana magnet tersebut akan menarik tuas armature sehingga dapat merubah posisi dari kontak *switch* yang awalnya dari NC (*Normally Closed*) berubah menjadi NO (*Normally Open*). NO (*Normally Open*) .



Gamabar 3. Relay

D. Sensor Gerak

Sensor gerak PIR (*Passive Infra Red*) adalah sebuah sensor yang menangkap pemancar sinar infra merah yang di pancarkan dari suatu objek. Sensor PIR bersifat pasif, yang berarti sensor ini tidak memancarkan sinar infra merah dari luar, sensor PIR dapat menerima sinar radiasi infra merah dari berbagai objek [4]. Gerakan yang di deteksi pada umumnya adalah gerakan manusia dan hewan karena memiliki panjang gelombang dengan nilai tertentu tapi tidak itu saja sensor PIR juga dapat mendeteksi benda yang bergerak. Berikut spesifikasi dan gambar modulnya.

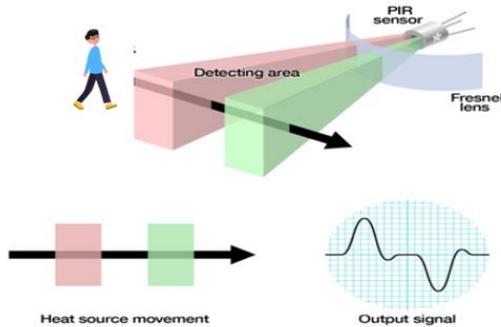
Tabel 3. Spesifikasi Sensor *Passive Infra Red*

| Model | Passive Infra Red |
|-----------------------|---------------------------|
| Voltage input | 4V-12V |
| Voltage output | 3.3V |
| Detection | Object and human movement |
| Cover distance | 7m |
| Operating temperature | -20°C ~ 80°C |



Gamabar 4. Modul Sensor *Passive Infra Red*

Sensor passive infra red (PIR) sendiri memiliki dua slot didalamnya yang masing-masing slot terbuat dari bahan khusus yang sensitif terhadap IR (*Infra Red*). Saat sensor dalam keadaan idle, kedua slot mendeteksi jumlah IR yang sama, yaitu jumlah radiasi sekitar dari ruangan atau dinding atau di luar ruangan [5]. Ketika benda hangat seperti manusia atau hewan lewat, pertama-tama ia akan memotong separuh sensor PIR, yang menyebabkan perubahan diferensial positif antara kedua bagian tersebut. Ketika benda hangat meninggalkan area penginderaan, hal sebaliknya terjadi, dimana sensor menghasilkan perubahan diferensial negatif. Seperti pada gambar di bawah ini.



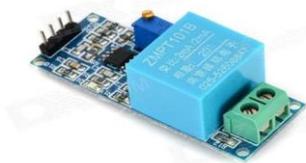
Gambar 5. Cara Kerja Sensor

E. Sensor Tegangan

Modul sensor ZMPT101B adalah sensor tegangan yang dapat mengukur tegangan dari 0-1000V [6]. Prinsip kerja dari sensor ini adalah dengan menurunkan tegangan masukan menggunakan step down transformator, kemudian dengan masuk ke op-amp dan akan didapat nilai keluaran yang stabil tergantung dari nilai masukannya.

Tabel 4. Spesifikasi Sensor Tegangan

| Model | ZMPT101B |
|---------------------|--------------|
| Rated input | 2mA |
| Rated output | 2mA |
| Isolations | PCB mounting |
| Isolasi tegangan | 4000v |
| Encapsulation | Epoxy |
| Opration teperature | -40°C ~ 60°C |



Gambar 6. Modul Sensor Tegangan

F. Sensor Arus

Dalam penelitian ini menggunakan sensor arus ZMCT103C. Sensor ZMCT103C merupakan trafo dengan bentuk *ring-core* yang berwarna hitam memiliki keluaran arus maksimal sebesar 5mA dan rangkaian pengkondisi sinyal sebagai penguat arus (*op-amp*) dengan ic LM358 [7]. Sensor ZMCT103C mampu mengukur arus tegangan AC satu fase.

Tabel 5. Spesifikasi Sensor Arus

| Model | ZMCT103C |
|----------------------|-------------------------------|
| Rated input | 5A |
| Rated output | 5mA |
| Instalations | PCB mounting (18,3mmx17mm) |
| Isolasi tegangan | 4500v |
| Encapsulation | Epoxy |
| Oprasing temperature | -40°C ~ +80°C |



Gambar 7. Modul Sensor Arus

G. IoT (Internet of Things)

IOT (*Internet Of Thingd*) adalah sebuah konsep mengacu pada sebuah jaringan yang terhubung ke internet dan bisa saling terhubung atau berkomunikasi. IOT digunakan dalam monitoring dan pengambilan data secara otomatis melalui *google sheet excel* [8]. Aplikasi ini memungkinkan untuk membuat atau mengedit file secara daring dan memungkinkan untuk mengambil data dengan perangkat lain secara *real time*.



Gambar 8. Carta-Alir IoT

Dalam carta-alir di atas, *client* atau ESP akan menghantar Request kepada *Google Apps Script*, dan *Google Apps Script* akan menerima dan menyusun data ke dalam *Google Sheets*.

III. METODE/DESAIN

A. Teknik Pengumpulan data

Mengumpulkan data sebagai pendukung penelitian. Data di peroleh dengan mengikuti produser yang telah di tetapkan oleh instasi yang terkait yaitu mengirim surat izin pengambilan data. Setelah mendapatkan izin kemudian di lakukan proses pengambilan dan pengukuran data yang sesuai dengan kebutuhan.

Data di ambil melalui monitoring langsung menggunakan *internet of things* yang di kirim langsung ke *google sheet* dengan menggunakan modul pendukung ESP node MCU [9]. Data yang di butuhkan antara lain daya PJU, Tegangan PJU, tegangan listrik PJU.

B. Teknik Analisis Data

Penelitian ini bertujuan untuk menguji kinerja lampu otomatis dengan sensor gerak. Bersarkan hasil yang di

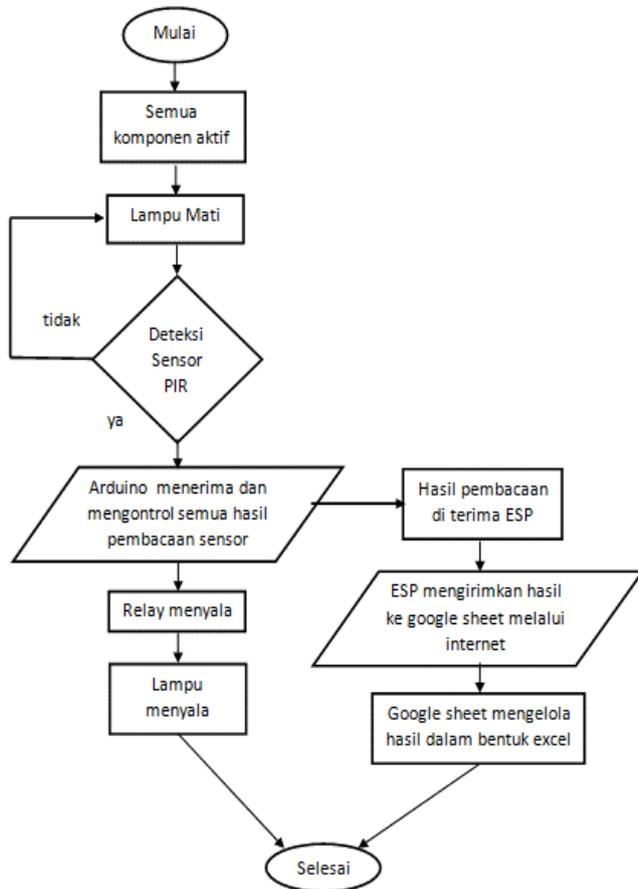
dapatkan dari hasil pengumpulan data tersebut selanjutnya adalah menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul.

Setelah pengujian di lakukan selanjutnya yaitu menganalisis data yang di dapatkan. Menganalisis data yang di gunakan untuk mengetahui kinerja lampu otomatis.

C. Desain Alat

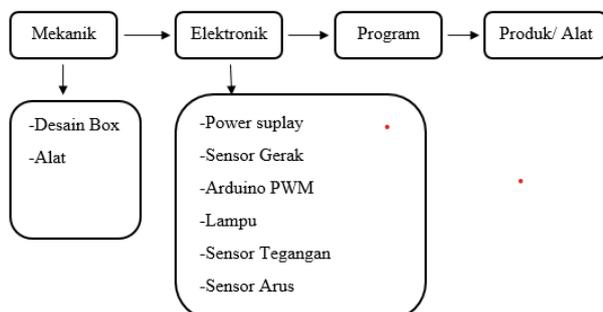
Desain alat lampu otomatis dengan sensor PIR (*Passive Infra Red*) meliputi gambar desain, penentuan komponen. Tahapan-tahapan desain alat lampu otomatis dengan sensor PIR.

Diagram alir (*flowchart*) Lampu otomatis dengan sebsor PIR (*Passive Infra Red*) di tunjukkan pada gambar berikut.

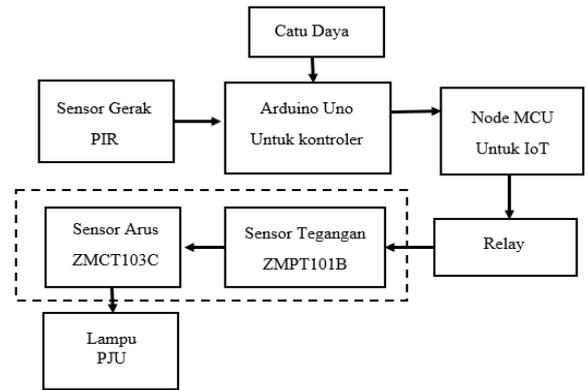


Gamabar 9. Diagram Alir Lampu Otomatis

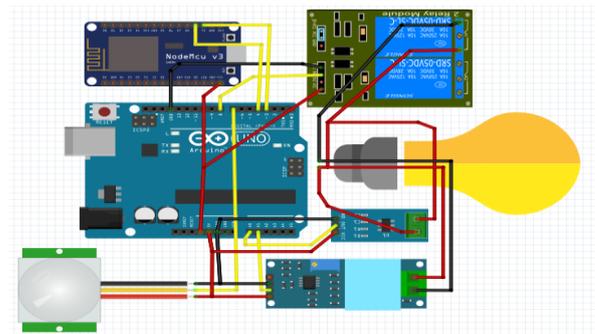
Bentuk desain alat akan di buat seperti pada gambar berikut ini.



Gamabar 10. Tahapan Desain Lampu Otomatis



Gamabar 11. Blok Sistem Lampu Otomatis



Gamabar 12. Desain Lampu Otomatis

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Produk

1) Pegunian *Passive Infra Red*

Pengujian sensor PIR (*Passive Infra Red*) di lakukan untuk mengetahui apakah sensor bekerja dengan baik dan mengetahui jangkauan dari sensor PIR. Pengujian akurasi sensor dari jarak 1 meter sampai 7 meter. Pengujian sensor di lakukan dalam waktu satu hari di lakukan sebanyak 5 kali.

Tabel 6. Pengujian Sensor PIR Pada Jarak

| jarak (M) | Percobaan | | | | |
|-----------|-----------|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 0,5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1,5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2,5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 3,5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 4,5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 5,5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 6,5 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 7 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |

Akan di dapatkan hasil 1 (1 = Hidup) , ketika sensor mati akan didapatkan nilai 0 (0 = Mati). Dapat di lihat bahwa sensor PIR menunjukkan akurasi yang tinggi pada jarak 0,5 hingga 6 meter. Namun pada jarak 6,5 meter dan 7 meter, terdapat satu gerakan yang tidak berhasil mendeteksi gerakan.

Dalam ujicoba kedua dengan kendaraan jika sensor PIR berhasil membaca pergerakan kendaraan maka di berikan tanda (iya) jika sensor PIR gagal membaca gerakan maka di berikan tanda (tidak). Hasil pengujian di catat dalam tabel sebagai berikut.

Tabel 7. Pengujian Sensor PIR Pada Kendaraan

| Percobaan | Sesi | Terdeteksi |
|-----------|-------------------|------------|
| 1 | Kendaraan Pertama | Iya |
| 2 | Kendaraan Kedua | Iya |
| 3 | Kendaraan Ketiga | Iya |
| 4 | Kendaraan Keempat | Iya |
| 5 | Kendaraan Kelima | Iya |

2) Pengujian Relay

Pengujian relay di lakukan untuk mengetahui apakah relay dapat berfungsi dengan baik dalam mengendalikan lampu berdasarkan pembacaan gerakan oleh sensor PIR.

Tabel 8. Pengujian Relay

| Percobaan | Input | Hasil |
|-----------|-------|-------|
| 1 | 1 | 1 |
| 2 | 0 | 0 |
| 3 | 1 | 1 |
| 4 | 0 | 0 |
| 5 | 1 | 1 |
| 6 | 0 | 0 |

Ketika input dari sensor PIR adalah 1 (menunjukkan adanya gerakan), relay berhasil menyalakan lampu (Hasil = 1). Ketika input dari sensor adalah 0 (tidak ada gerakan), relay mematikan lampu (Hasil = 0).

3) Pengujian IoT Internet of Things

Pengujian IoT ini bertujuan memastikan kinerjanya dan keberhasilan pengiriman hasil pembacaan sensor ke excel melalui google sheet. Sehingga pengambilan data IoT dapat berjalan dengan lancar.

Tabel 9. Pengujian IoT

| Time | Date | VAC | AMP | WAT | Kon |
|------------|----------|--------|------|-------|-----|
| 15/01/2024 | 17:29:59 | 180.7 | 0.52 | 94.75 | 1 |
| 15/01/2024 | 17:30:05 | 180.7 | 0.53 | 94.99 | 1 |
| 15/01/2024 | 17:30:10 | 182.1 | 0 | 0 | 0 |
| 15/01/2024 | 17:30:17 | 182.93 | 0 | 0 | 0 |
| 15/01/2024 | 17:30:22 | 180.29 | 0.53 | 94.95 | 1 |
| 15/01/2024 | 17:30:28 | 179.53 | 0.53 | 95.05 | 1 |
| 15/01/2024 | 17:30:33 | 182.61 | 0 | 0 | 0 |

B. Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan selama satu minggu dan berlangsung selama 12 jam setiap harinya. Proses ini dipantau langsung menggunakan sistem IoT. Data diambil dua kali sehari, pertama menggunakan sensor PIR dan kedua tanpa menggunakan sensor PIR.

1) Menggunakan Sensor Passive Infra Red

Hasil yang di dapatkan dari pengambilan data yang menggunakan sensor PIR. Pengambilan data ini di lakukan saat malam hari dalam waktu 12 jam selama 7 hari. Data yang sudah di dapatkan kemudian di jumlahkan dalam perhari seperti pada tabel berikut.

Tabel 10. Jumlah Energi Listrik

| HARI | JUMLAH | | |
|-----------|--------------|----------|-----------|
| | TEGANGAN (V) | ARUS (A) | DAYA (W) |
| HARI KE 1 | 528639.9 | 1328.85 | 261886.1 |
| HARI KE 2 | 550688.8 | 1297.14 | 258112.8 |
| HARI KE 3 | 513515.3 | 1175.2 | 240573.7 |
| HARI KE 4 | 606034.25 | 1354.37 | 278972.65 |
| HARI KE 5 | 589538 | 1299.28 | 266873.7 |
| HARI KE 6 | 509056.39 | 1179.55 | 240240.95 |
| HARI KE 7 | 512875.23 | 1187.95 | 242480.21 |

Selanjutnya jumlah kendaraan di dapatkan dari pengambilan data yang di lakukan saat malam hari dalam waktu 12 jam selama 7 hari dengan menggunakan sensor PIR.

Tabel 11. Jumlah Kendaraan

| HARI | JUMLAH KENDARAAN (UNIT) |
|-----------|-------------------------|
| HARI KE 1 | 2680 |
| HARI KE 2 | 2693 |
| HARI KE 3 | 2507 |
| HARI KE 4 | 2937 |
| HARI KE 5 | 2865 |
| HARI KE 6 | 2496 |
| HARI KE 7 | 2509 |

2) Tanpa Menggunakan Sensor Passive Infra Red

Hasil yang di dapatkan dari pengambilan data tanpa menggunakan sensor PIR. Pengambilan data ini di lakukan saat siang hari dalam waktu 12 jam selama 7 hari. Data yang sudah di dapatkan kemudian di jumlahkan dalam perhari seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 12. Jumlah Energi Listrik

| HARI | JUMLAH | | |
|-----------|--------------|----------|----------|
| | TEGANGAN (V) | ARUS (A) | DAYA (W) |
| HARI KE 1 | 1333179 | 3194.87 | 654038.5 |
| HARI KE 2 | 1364795 | 3178.63 | 659911.7 |
| HARI KE 3 | 1376060 | 3203.21 | 665383.2 |
| HARI KE 4 | 1318143 | 3302.46 | 660092.6 |
| HARI KE 5 | 1332952 | 3240.2 | 657580.7 |
| HARI KE 6 | 1359889 | 3222.76 | 664788.9 |
| HARI KE 7 | 1298982 | 3250.41 | 649840.6 |

Jumlah kendaraan di dapatkan dari pengambilan data yang di lakukan saat siang hari tanpa sensor PIR dalam waktu 12 jam selama 7 hari. Seperti pada tabel berikut.

Tabel 13. Jumlah Kendaraan

| HARI | JUMLAH KENDARAAN (UNIT) |
|-----------|-------------------------|
| HARI KE 1 | 6505 |
| HARI KE 2 | 6572 |
| HARI KE 3 | 6622 |
| HARI KE 4 | 6586 |
| HARI KE 5 | 6559 |
| HARI KE 6 | 6590 |
| HARI KE 7 | 6489 |

C. Pembahasan

Penelitian ini juga melibatkan gabungan dua modul kontroler, yaitu ESP dan Arduino. Pembuatan alat hemat energi ini memerlukan pin RTX yang lebih dari dua, sedangkan ESP hanya memiliki dua pin RTX. Oleh karena itu, modul Arduino diperlukan untuk mengontrol perangkat lain.

Data yang sudah di hasilkan melalui proses monitoring menggunakan syistem *Interet of Things* (IoT). Syistem IoT mengunakan ESP sebagai perangkat utamanya. Monitoring dengan IoT dimulai dengan Arduino memberikan perintah kepada semua sensor untuk melakukan pembacaan dan mengirimkan hasilnya ke Arduino dan hasil pembacaan sensor tidak langsung dikirimkan ke ESP. ESP meminta data dari Arduino setelah Arduino mendapatkan perintah. Arduino baru mengirimkan data hasil pembacaan sensor ke ESP. Selanjutnya, ESP akan meneruskan data tersebut ke internet untuk dimasukkan ke Excel melalui Google Sheets.

Dari hasil data yang sudah di dapatkan menunjukkan adanya perbedaan dalam konsumsi energi. Hasil penjumlahan keseluruhan data perhari, terlihat bahwa konsumsi energi menggunakan sensor PIR cenderung lebih rendah dibandingkan dengan tanpa menggunakan sensor PIR. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan sensor PIR dapat menghasilkan penghematan energi yang signifikan.

Terlihat dari jumlah kendaraan yang lewat saat malam hari cenderung sepi. Penggunaan sensor PIR dapat mengurangi penyalaan lampu saat tidak di gunakan.

Dari hasil perbandingan yang telah di lakukan antara penggunaan sensor PIR dan tanpa menggunakan sensor PIR, dapat di simpulkan bahwa bisa menghemat energi. Hal ini bisa di lihat dari presentase penghematan energi dalam tabel berikut.

Tabel 14. Presentase Hemat

| HARI | TEGANGAN | AMPER | DAYA |
|-----------|----------|-------|------|
| HARI KE 1 | 40% | 42% | 40% |
| HARI KE 2 | 40% | 41% | 39% |
| HARI KE 3 | 37% | 37% | 36% |
| HARI KE 4 | 46% | 41% | 42% |
| HARI KE 5 | 44% | 40% | 41% |
| HARI KE 6 | 37% | 37% | 36% |
| HARI KE 7 | 39% | 37% | 37% |
| RATA-RATA | 41% | 39% | 39% |

penggunaan alat hemat energi menggunakan sensor PIR berhasil menghemat energi 41% untuk volt, 39% untuk amper, dan 39% untuk watt.

V. KESIMPULAN

Penerapan sensor passive infrared (PIR) dalam perancangan lampu telah mengurangi konsumsi energi secara signifikan, mencapai penghematan sebesar 40%. Efektivitas sensor PIR terletak pada kemampuannya untuk mengoptimalkan penggunaan lampu dengan mengatur pencahayaan berdasarkan aktivitas di sekitarnya. Hal ini meningkatkan efisiensi dengan mengurangi waktu pengoperasian lampu yang tidak diperlukan, sehingga lampu mati secara otomatis saat tidak dibutuhkan.

Sistem Internet of Things (IoT) menyediakan monitoring langsung yang cocok untuk integrasi sensor PIR. Dengan kemampuan real-time monitoring, data dapat dianalisis dalam jangka panjang untuk memahami pola penggunaan energi.

REFERENSI

- [1]. Arief, R. (t.thn.). Monitoring Arus dan Tegangan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan ESP8266 Berbasis Node-Red. *unesa* .
- [2]. Dewa, E. P., & Kartadie, R. (t.thn.). INTEGRASI SENSOR GERAK DAN POSEL PADA ARDUINO SEBAGAI SISTEM KONTROL KEAMANAN RUMAH. *Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika* .
- [3]. Saleh, M., & Haryanti, M. (2017). Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay. *Teknologi Elektro, Universitas Marcu Buana* .
- [4]. Marzuki, I. (2020). Perancangan Dan Pembuatan Sistem Penyalaan Lampu Otomatis Dalam Ruang Berbasis Arduino Menggunakan Sensor Gerak Dan Sensor Cahaya. *Jurnal Penelitian Ilmu Teknik Dan Terapan* .
- [5]. ada, I. (2024). *PIR Motion Sensor*. Adafruit Industries.
- [6]. Rakayama, I., & Firmawati, N. (2022). Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Lampu Belajar Menggunakan Sensor. *Jurnal Fisika Unand (JFU)* .
- [7]. Siregar, I. R., Prabowo, B. D., Alham, N. R., Faidil, A., & N.A., M. J. (2020). PENGUKURAN ARUS DAN TEGANGAN PADA PROTOTYPE PLTMH BERBASIS ARDUINO DAN MULTIMETER. *Jurnal Media Elektro* .
- [8]. Faiz, M., & Rangga, S. (2023). Implementasi Lampu Otomatis Berbasis Sensor Gerak Dengan Tegnologi IOT Peningkatan Efisiensi Energi di Madrasah Diniyah Darul Muttaqin Kota Bandung. *E-PROSIDING TEKNIK INFORMATIKA* .
- [9]. Prasetyo, M. A., & Wardana, H. K. (2023). Rancang Bangun Monitoring Solar Tracking Syistem Mnegunakan Arduino dan Nodemcu ESP8266 Bebasis IOT. *RESISTOR*.