

## Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) Menggunakan Yolo dan Node-red

**Achmad Malikur Robbani Musthofa**

D4 Teknik Listrik, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya  
E-mail: achmadmalikur.20015@mhs.unesa.ac.id

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

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

### Abstrak

Sistem kontrol dan monitoring Penerangan Jalan Umum (PJU) bertujuan untuk mengoptimalkan penggunaan energi dan meningkatkan keamanan lingkungan. Tugas akhir ini meliputi sistem otomatisasi PJU menggunakan YOLOv5 untuk deteksi manusia dan ESP32 sebagai mikrokontroler yang mengendalikan relay 4-channel untuk mengatur lampu LED. Web kamera dan kamera Raspberry Pi digunakan untuk deteksi secara real-time, dengan Raspberry Pi 3 sebagai pusat kontrol yang menjalankan YOLOv5 dan Node-RED untuk mengelola alur kerja dan antarmuka pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu menyesuaikan jumlah lampu yang menyala berdasarkan jumlah orang yang terdeteksi. Sistem deteksi efektif hingga jarak 15 meter dengan akurasi terbaik pada jarak 1-2 meter (93,38%), namun menurun signifikan pada jarak 20 meter (46,69%). Kondisi pencahayaan tidak berdampak besar pada kinerja sistem, dan waktu komputasi rata-rata YOLOv5 adalah 12 detik. Sistem ini berjalan sesuai aturan operasional, dengan lampu tetap mati pada siang hari dan menyala sesuai deteksi pada malam hari..

**Kata Kunci** : Penerangan Jalan Umum, YOLOv5, ESP32, Raspberry Pi, Deteksi Manusia,

### Abstract

Control and monitoring system Public Street Lighting (PJU) aims to optimize energy use and improve environmental safety. This final project includes a PJU automation system using YOLOv5 for human detection and ESP32 as a microcontroller controlling relays. for human detection and ESP32 as a microcontroller that controls a 4-channel relay to regulate LED lights. 4-channel relay to regulate LED lights. Web camera and camera camera are used for real-time detection, with Raspberry Pi 3 as the control center running YOLOv5 as the control center running YOLOv5 and Node-RED to manage the workflow and user interface. and user interface. The results show that the system is able to adjust the number of lights turned on based on the number of people detected. The detection system is effective up to a distance of 15 meters with the best accuracy at a distance of 1-2 meters (93.38%), but decreased significantly at a distance of 20 meters (46.69%). Lighting conditions did not have a major impact on system performance, and the average computation time of YOLOv5 YOLOv5's average computation time is 12 seconds. The system runs according to the operational rules, with lights remaining off during the day and on according to detection at night. at night. Translated with DeepL.com (free version)

**Keywords**: Public Street Lighting, YOLOv5, ESP32, Raspberry Pi, Human Detection,.

### PENDAHULUAN

Kehidupan modern yang semakin maju, membuat segala sesuatu serba cepat dan informasi tersebar dalam hitungan detik. Hal ini menunjukkan bahwa dunia telah memasuki Revolusi Industri 4.0, yang saat ini terjadi metamorfosis untuk setiap individu dalam segala bidang (Megawati dan Lawi, .(2020). Dalam era yang didorong oleh teknologi informasi, *Internet of Things* (IoT) telah menjadi bagian integral dari berbagai bidang kehidupan. Salah satu implementasi yang semakin berkembang adalah kontrol dan monitoring otomatis untuk sistem pencahayaan.

Penerapan teknologi yang memungkinkan

pengenalan objek secara real-time (real-time object detection) menjadi krusial dalam mengoptimalkan sistem otomatis ini. (Putu (2020) Pada dasarnya, penggunaan lampu yang efisien secara otomatis dapat membantu dalam penghematan energi dan biaya. Namun, dengan adanya kebutuhan akan penyesuaian penerangan dengan variabel-variabel tertentu seperti keberadaan manusia di area yang di tentukan akan dapat mengembangkan dan meningkatkan efisiensi secara signifikan (Yusuf ., (2020)

Pada umumnya Sistem PJU konvensional seringkali menghadapi masalah dalam mendeteksi dan merespon masalah teknis seperti lampu yang tidak berfungsi atau rusak (Mahendra et al., 2022). Hal ini dapat memperlambat perbaikan dan meningkatkan risiko keamanan. Serta

Kurangnya kemampuan untuk mengontrol intensitas cahaya sesuai dengan kebutuhan dapat menyebabkan penggunaan energi yang berlebihan di area yang tidak memerlukan penerangan penuh. Pemeliharaan dan pemantauan PJU secara manual seringkali membutuhkan waktu dan sumber daya yang banyak. Sistem ini tidak efektif dalam menanggapi perubahan kondisi dan tidak dapat memberikan data secara real-time. Pada penelitian sebelumnya (Faruqi, (2023)) merancang sistem monitoring lampu penerangan jalan umum (PJU) menggunakan sensor *passiv infrared reciver* PIR untuk mendeteksi manusia.

Berdasarkan permasalahan di atas, penelitian ini merancang Sistem kontrol dan Monitoring lampu penerangan jalan umum (PJU) yang bertujuan untuk mendeteksi keberadaan manusia secara real time dengan metode *You only look once* (YOLO) yang secara akurat akan mendeteksi keberadaan manusia.(Rahma ., (2021)

Sistem control dan monitoring lampu penerangan jalan umum (PJU) ini akan memudahkan untuk mengontrol lampu dan memonitoring area yang telah di tentukan, dan secara efektif akan mengirim data secara *real time* dan mengatur jumlah lampu yang akan menyala sesuai dengan jumlah orang yang terdeteksi sehingga dapat meningkatkan efisiesni penggunaan energi (Ali Rohman ., (2020).

## KAJIAN PUSTAKA

Perkembangan teknologi web camera telah mengalami transformasi signifikan sejak awal mula pengembangannya hingga saat ini Pada tahun sekitar 2010 Webcam HD (High Definition) mulai menjadi standar, menawarkan resolusi 720p atau bahkan 1080p serta Peningkatan frame rate untuk video yang lebih halus.(Medina-Pérez ., (2021) Pada tahun 2020 Peningkatan fitur otomatisasi seperti penyesuaian cahaya dan fokus. Pengenalan wajah dan peningkatan kemampuan deteksi objek menggunakan teknologi kecerdasan buatan. Fitur-fitur pintar seperti penyesuaian otomatis berdasarkan situasi penggunaan.web camera ini mudah di gunakan dan sudah memiliki resolusi yang baik serta memiliki harga yang terjangkau (Ali, (2016)

Raspberry Pi adalah sebuah komputer berukuran kredit yang dikembangkan oleh Raspberry Pi Foundation, sebuah organisasi amal yang berbasis di Inggris. Tujuan utama dari Raspberry Pi Foundation adalah untuk mempromosikan pendidikan ilmu komputer di sekolah-sekolah dan negara berkembang, didirikan oleh Eben Upton, Rob Mullins, Jack Lang, dan Alan Mycroft pada tahun 2009. Raspberry Pi 3 diumumkan dan dirilis pada 29 Februari 2016. Model ini merupakan pengembangan dari model sebelumnya, dengan peningkatan performa dan fitur tambahan Raspberry Pi 3 mendukung berbagai sistem operasi, termasuk Raspbian,

Ubuntu, dan Windows 10 IoT Core, serta berbagai bahasa pemrograman seperti Python, C++, dan Java (Ferencz ., (2020)

Kamera Raspberry Pi dirancang oleh Raspberry Pi Foundation untuk melengkapi komputer mini Raspberry Pi, memberikan kemampuan untuk menangkap gambar dan video dalam berbagai proyek. Kamera ini dibuat untuk mendukung berbagai aplikasi seperti pengawasan, fotografi time-lapse, dan visi komputer, serta untuk memperluas potensi penggunaan Raspberry Pi, Dengan resolusi 5 Megapiksel, modul kamera ini mampu menghasilkan foto dan video berkualitas baik untuk berbagai aplikasi(Dzakiyya Rosalin ., (2021)

Mikrokontroler ESP 32 diproduksi oleh sebuah perusahaan bernama Espressif Systems, sebuah perusahaan yang berbasis di Shanghai, Cina Salah satu hal terbaik tentang Esp32 adalah memiliki WiFi dan Bluetooth bawaan, yang akan memudahkan kita(Reza Nur Syakia, 2022),.Modul ini dapat digunakan untuk aplikasi lain seperti pengendalian sistem, monitoring dan lain-lain. ESP32 memiliki fungsi deep sleep untuk menghemat daya dengan mematikan modul saat tidak digunakan. Mikrokontroler Esp32 memiliki keunggulan yaitu sistem berbiaya rendah dan juga berdaya rendah dengan modul WiFi yang terintegrasi ke dalam chip mikrokontroler serta memiliki Bluetooth dengan dual mode dan fitur Modul NodeMCU Esp32 juga , papan prototipe kompak dan mudah diprogram melalui Arduino IDE atau Python(Arva Puspa dan Winardi, (2020)NodeMCU ESP32 merupakan System on Chip (SoC) Mikrokontroler berbiaya rendah dari Espressif Systems, Hal ini membuat perancangan perangkat keras pada ESP32 menjadi lebih mudah karena hanya membutuhkan sedikit komponen eksternal. Mikrokontroler ini sudah menyediakan Modul WiFi dan Bluetooth pada chip sehingga sangat mendukung untuk membuat *Internet of Things* dan metode aplikasi *Internet of Things*.(Adam, 2020)

Pencahayaan Jalan Umum (PJU) merupakan aspek kritis dalam infrastruktur perkotaan yang memiliki dampak besar terhadap keamanan dan kenyamanan masyarakat. Penggunaan lampu PJU yang efisien dan efektif sangat penting untuk memastikan visibilitas yang cukup di jalan-jalan umum pada malam hari. Lampu PJU yang digunakan dalam sistem pencahayaan jalan umum memiliki spesifikasi khusus yang perlu dipertimbangkan. Lampu PJU harus memiliki umur layanan yang panjang untuk mengurangi biaya perawatan dan penggantian.Besaran daya lampu Watt menjadi faktor penting dalam menentukan seberapa terang cahaya yang dihasilkan Pencahayaan yang baik membutuhkan lampu PJU dengan daya yang cukup untuk memberikan tingkat kecerahan yang sesuai. Namun, perlu juga diperhatikan efisiensi energi agar tidak terjadi pemborosan daya

listrik.(Andre Agusta Putra, (2018)

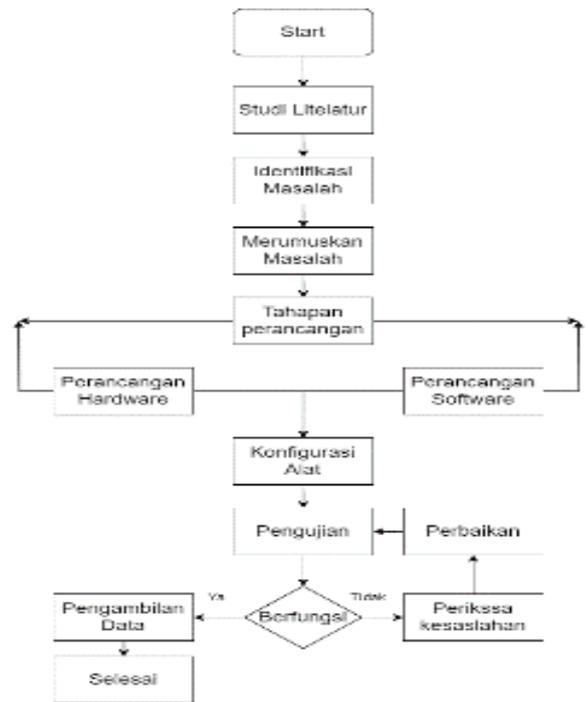
YOLOv1 adalah titik awal pengembangan YOLO. Diperkenalkan melalui makalah di CVPR 2016, algoritma ini menawarkan pendekatan deteksi objek dalam satu tahap, yang memungkinkan deteksi objek secara real-time. YOLO mengembangkan YOLOv2, juga dikenal sebagai .YOLO9000 mengintegrasikan dataset dari berbagai sumber untuk mendeteksi lebih dari 9000 kelas objek, mencakup berbagai konteks dan lingkungan.Pada tahun 2020 YOLO mengembangkan versi baru yaitu YOLOv5.YOLOv5 adalah versi paling canggih pada saat itu, menawarkan peningkatan signifikan dalam kinerja dan akurasi dibandingkan dengan versi sebelumnya.Dilengkapi dengan feature pyramid network (FPN) dan menggunakan teknik bagging, YOLOv5 dapat mendeteksi objek dengan lebih baik di berbagai ukuran dan tingkat kompleksitas.(Muwafaq Kamil Alquraishi., (2022)

**METODE**

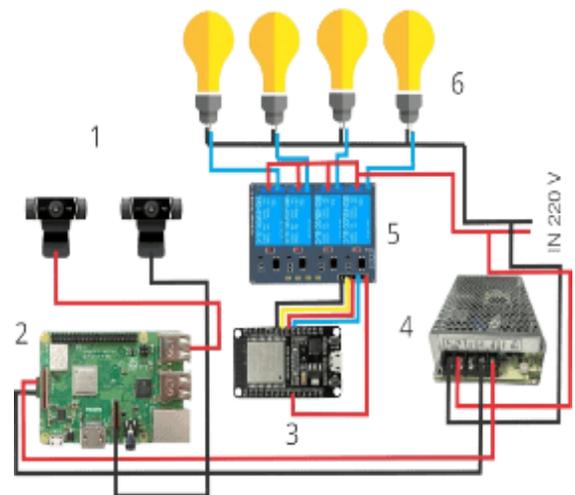
Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental yang digunakan untuk menguji hipotesis atau menjawab pertanyaan penelitian dengan melakukan manipulasi terhadap variable independent dan mengamati efeknya terhadap variable dependen sehingga di dapat hasil yang akurat terhadap pertanyaan penelitian. Penelitian ini berfokus merancang sistem kontrol dan Monitoring Lampu penerangan jalan umum (PJU) Menggunakan YOLO dan Node-red. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui setiap bagian perangkat telah bekerja sesuai dengan fungsinya. Tahapan rancangan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 5 Penelitian ini dimulai dengan melakukan studi literatur yaitu mengumpulkan data dari berbagai sumber yang relevan, kemudian membuat alat sesuai dengan desain dan program. Kemudian alat di uji coba dan dilakukan pengambilan data. Tahap yang terakhir adalah melakukan pengambilan data dan pembahasan terhadap hasil pengujian alat.

**Perancangan Hardware**

Perancangan *Hardware* dilakukan dengan melakukan desain elektrik untuk *wiring* pada Tiang penerangan jalan umum (PJU) untuk memudahkan pemasangan dan konfigurasi seluruh alat-alat *hardware* yang akan di gunakan. Dalam perancangan *hardware* ini terdapat komponen utama yaitu Raspberry pi 3 yang berfungsi sebagai otak untuk sistem kontrol dan monitoring dimana raspberry pi 3 akan mengatur esp32 dan relay 4 chanel untuk mengontrol jumlah lampu yang menyala sesuai dengan jumlah orang yang terdeteksi oleh Yolov5 secara *real time*. Gambar 6 menunjukkan rancangan *wiring Hardware* yang digunakan terhubung.



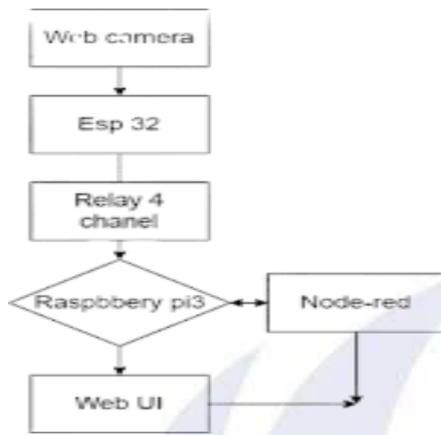
Gambar 5. Tahapan Penelitian



Gambar 6. Perancangan *Hardware*

**Perancangan Software**

Perancangan *Software* ini dilakukan untuk mengetahui alur kerja pemrograman yang telah di susun sehingga memudahkan Sistem control dan monitoring lampu penerangan jalan umum (PJU) ini Ketika di jalankan. Pada perancangan software ini terdapat metode deteksi Yolov5 yang telah di instalasi kan di raspberry pi 3 dan di hubungkan ke web camera agar web camera secara otomatis mengirim hasil deteksi ke esp32 dan relay 4 chanel untuk mengatur jumlah lampu yang menyala sesuai jumlah manusia yang terdeteksi oleh webcamara dan Yolov5, gambar 7 menunjukkan flowchart *software*



Gambar 7. Flowchart Software

**Hasil Perancangan Hardware**

Hasil desain *Hardware* pada penelitian ini menggunakan 2 camera yang berbeda yaitu webcamera dan camera raspberry pi yang di letakan dalam box akrilik yang berukuran 30x30x20cm di atas tiang lampu (PJU), dan tiang lampu yang menggunakan besi *hollow* sepanjang 2 meter dan dapat di atur ketinggian nya sampai 230 cm untuk memudahkan ke dua camera menjangkau area yang di inginkan dan Untuk memonitoring 2 arah yaitu depan dan belakang pada lampu (PJU) yang membuat tiang lampu ini cocok di gunakan pada jalan 2 arah.. Gambar 8 menunjukkan bentuk alat yang sudah dirangkai.

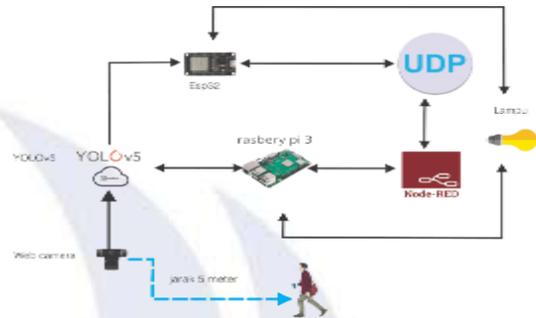


Gambar 8. Hasil Perancangan Alat

**Hasil Perancangan Software**

Hasil desain *Software* pada penelitian ini menggunakan raspberry pi 3 sebagai otak untuk mengatur dan menyimpan seluruh pemrograman yang telah dilkakukan dan untuk monitoring antar muka menggunakan Node-red secara real time jika webcamera atau camera raspberry pi yang telah terinstalasi dengan Yolov5 menangkap gambar manusia maka akan di proses untuk menyalakan lampu sesuai jumlah orang yang terdeteksi dalam jarak 5 meter Yolov5, dengan kemampuannya dalam deteksi manusia yang cepat dan akurat, memastikan bahwa lampu hanya menyala ketika ada orang yang terdeteksi di area tersebut. Mikrokontroler ESP32, yang terhubung ke relay 4 kanal, mengatur nyala dan matinya lampu LED dengan respons cepat sesuai instruksi dari Raspberry Pi 3. Node-RED digunakan untuk merancang alur kerja dan menyediakan

antarmuka pengguna yang intuitif, memudahkan pengguna untuk memantau dan mengontrol sistem dari jarak jauh melalui web. Gambar 9 menunjukkan perancangan *software* yang sudah diprogram.



Gambar 9. Hasil Perancangan Software

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**1. Pengujian Sistem Kendali Relay 4 Chanel**

Pengujian sitem relay4 chanel untuk mengetahui relay melaksanakan perintah dengan baik untuk mengatur 4 lampu Ketika sistem mendeteksi manusia, di bawah ini adalah table hasil pengujian Relay 4 chanel untuk mengetahui relay berfungsi dengan benar, relay akan menyalakan dan mematikan lampu sesuai dengan hasil deteksi sistem yolov5. Pada tabel 1 merupakan tabel pengujian Sistem Kendali Relay 4 Chanel.

Table 1 Pengujian Sistem Kendali Relay 4 Chanel.

Jumlah orang	Lampu ON	Lampu OFF	Waktu respon relay
0 orang	0	4	1 detik
1 orang	1	3	1 detik
2 orang	2	2	1 detik
3 orang	3	1	1 detik
4 orang	4	0	1 detik

Berdasarkan tabel 1 di dapatkan hasil dimana jika tidak ada orang yang terdeteksi maka Semua lampu dimatikan (Lampu OFF), respon relay 1 detik. Dan Ketika 1 Orang: Satu lampu menyala, tiga lampu mati (Lampu OFF), respon relay 1 detik. 2 Orang: Dua lampu menyala, dua lampu mati (Lampu OFF), respon relay 1 detik. 3 Orang: Tiga lampu menyala, satu lampu mati (Lampu OFF), respon relay 1 detik. 4 Orang: Semua lampu menyala (Lampu ON), respon relay 1 detik.maka dapat di simpulkan Sistem secara otomatis menyesuaikan jumlah lampu yang menyala sesuai dengan jumlah orang terdeteksi sesuai dengan sistem yang telah kita rancang , dengan respon relay yang konsisten 1 detik yang menunjukkan stabilitas sistem.

**2. Sistem Deteksi Yolov5**

Pengujian sistem Deteksi Yolov5 ini untuk mengetahui batas jarak deteksi Yolov5 di bawah ini

adalah table hasil pengujian sistem deteksi Yolov5 untuk mengukur jarak maksimum dan minimum Yolov5 bisa mendeteksi orang menggunakan 2 camera yang berbeda yaitu web camera dan camera raspberry pi pengujian ini dilakukan sebanyak 15 kali dari jarak yang telah di tentukan dan akan di hitung nilai presentase dari perbandingan ke 2 camera yang di gunakan.

Rumus Perhitungan simulasi selama 15x percobaan sebagai berikut :

$$\text{Presentasi keberhasilan} = \frac{\text{jumlah keberhasilan}}{\text{jumlah percobaan}} \times 100\%$$

Contoh :

$$\text{Presentase Keberhasilan} = \frac{14}{15} \times 100\% = 93,38\%$$

Berdasarkan tabel 2 pengujian sistem deteksi YOLOv5, ini didapatkan hasil: 1-2 Meter: Web camera dan Raspberry Pi camera dapat mendeteksi orang dengan akurasi tinggi sebesar 93,38% dalam waktu rata-rata 12 detik dari percobaan 15x berhasil sebanyak 14x. 5-10 Meter: Kedua kamera tetap mampu mendeteksi orang dengan akurasi 86,71% dalam waktu rata-rata 13 detik dari percobaan 15 kali berhasil 13x. 12-15 Meter: Akurasi deteksi mulai menurun menjadi 66-80%, dengan waktu respon rata-rata 16 detik dari percobaan 15 kali berhasil 7-12x. 20 Meter: Kedua kamera gagal mendeteksi orang secara efektif, dengan akurasi hanya 46,69% dan waktu respon 16 detik dari percobaan 15 kali hanya berhasil 7x. Maka dapat di simpulkan sistem deteksi YOLOv5 paling efektif pada jarak hingga 15 meter, dengan akurasi terbaik pada jarak 1-2 meter. Setelah 15 meter, akurasi deteksi secara signifikan menurun

Table 2 Pengujian Sistem Deteksi Yolov5

Jarak human detection	Akurasi web camera	Akurasi camera raspberry	Waktu respon Yolov5
1 Meter	93,38%	93,38%	12 detik
2 Meter	93,38%	93,38%	12 detik
5 Meter	86,71%	86,71%	12 detik
10 Meter	86,71%	86,71%	12 detik
12 Meter	80%	73,37%	16 detik
15 Meter	73,37%	66,7%	16 detik
20 Meter	46,69%	46,69%	16 detik

### 3. Pengujian Yolov5 dan Relay 4Chanel

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui integrasi antara YOLOv5 dan Relay 4 chanel dalam konteks pengaturan ON/OFF lampu Led. Ini mencakup antara perangkat keras dan perangkat lunak, serta keefektifan komunikasi antara keduanya. Evaluasi ini akan

memberikan wawasan tentang sejauh mana sistem dapat beroperasi secara bersamaan dalam kondisi yang berbeda-beda untuk mencapai tujuan yang diinginkan Pada tabel 3 konfigurasi Yolov5 dan relay 4 chanel

Tabel 3. Pengujian Yolov5 dan Relay 4Chanel

No	Sensor cahaya	Jumlah Orang	Jumlah Lampu (ON)	Jarak (meter)	Waktu kompu taasi (detik)
1	1024	1	1	5	12
2	1024	2	2	8	12
3	1024	5	4	8	12
4	1024	4	4	10	12
5	1024	4	4	15	12
6	229	0	0	0	12
7	665	1	1	2	12
8	994	3	3	10	12

Berdasarkan tabel hasil pengujian, diatas Sistem mendeteksi jumlah orang dengan akurat dan mengontrol jumlah lampu yang menyala sesuai dengan jumlah orang yang terdeteksi. Dengan 1 orang terdeteksi, 1 lampu menyala; dengan 2 orang, 2 lampu menyala; dan dengan 3-5 orang, 3-4 lampu menyala. Sistem tetap efektif dalam mendeteksi dan mengontrol lampu hingga jarak 15 meter. Variasi nilai sensor cahaya (ldr) (1024, 229, 665, 994) tidak mempengaruhi kinerja sistem dalam mendeteksi jumlah orang dan mengontrol lampu. Fungsi Ldr atau sensor cahaya sendiri ini untuk membaca intensitas cahaya di sekitar lingkungan alat yang digunakan apakah alat berada di lingkungan yang gelap atau cerah

### 4. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pada pengujian ini akan mencakup seluruh sistem yang telah dirancang di raspberry pi3 dan esp32 serta relay4 chanel dimana akan melibatkan waktu pengujian yang berbeda-beda termasuk pengaturan waktu menyalanya lampu sampai matinya lampu yaitu lampu akan mati pada jam 06.00am-05.00pm dan akan hidup di jam 05.20pm-05.00am serta lampu akan mati secara otomatis jika camera dan sistem tidak mendeteksi manusia dalam waktu 15 detik, pada tabel 4 pengujian keseluruhan system.

Berdasarkan tabel hasil pengujian di atas , dapat disimpulkan bahwa Sistem mendeteksi jumlah orang dengan akurat dan mengontrol jumlah lampu yang menyala sesuai dengan waktu operasional yang ditetapkan. Pada waktu pengambilan data 10:00 AM, 11:00 AM, 03:00 PM, dan 04:00 PM, lampu tetap mati meskipun jumlah orang terdeteksi berkisar antara 1 hingga 10 orang, sesuai dengan aturan bahwa lampu akan mati pada pukul 06:00 AM - 05:00 PM.

Tabel 4. Pengujian Keseluruhan Sistem

No	waktu	Jumlah orang	Jumlah Lampu (ON)	Jarak (meter)	Waktu komputasi (detik)
1	10.00	2	0	20	12
2	11.00	1	0	4	12
3	15.00	10	0	10	12
4	16.00	8	0	10	12
5	17.20	3	3	7	12
6	17.29	1	1	20	12
7	17.43	3	3	7	12
8	20.00	7	4	8	12
9	21.00	2	2	5	12
10	23.00	2	2	10	12

Berdasarkan tabel 5 gambar yang di tangkap oleh Yolov5 telah berhasil mendeteksi dengan akurat di berbagai varian jarak dan sistem telah berhasil mengatur waktu nyala lampu dimana pengaturan nyala waktu adalah jam 05.20pm-05.00am dan lampu akan otomatis mati pada jam 05.00am-05.20pm meskipun Yolov5 mendeteksi orang pada jam 05.00am-05.20pm maka lampu akan tetap mati dan akan berfungsi normal pada jam 05.20pm-05.00am sesuai aturan waktu yang telah di tetapkan sistem, dengan rata-rata waktu komputasi keseluruhan sistem 12 detik dari menangkap gambar orang sampai menghidupkan lampu sesuai dengan jumlah orang yang terdeteksi.

**PENUTUP**

**Simpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dengan judul “Sistem Kontrol dan Monitoring Lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) menggunakan YOLOv5 dan Node-red” dapat diambil beberapa kesimpulan. (1) Sistem secara otomatis menyesuaikan jumlah lampu yang menyala sesuai dengan jumlah orang yang terdeteksi. Ketika tidak ada orang yang terdeteksi, semua lampu dimatikan dengan respon relay 1 detik. Jumlah lampu yang menyala bertambah sesuai dengan peningkatan jumlah orang yang terdeteksi. (2) Sistem mampu mendeteksi jumlah orang dengan akurat dan mengontrol jumlah lampu yang menyala sesuai dengan jumlah orang yang terdeteksi. Waktu komputasi untuk YOLOv5 rata-rata 12 detik dalam semua skenario pengujian, Variasi nilai sensor cahaya tidak mempengaruhi kinerja sistem dalam mendeteksi jumlah orang dan mengontrol lampu. (3) Sistem deteksi YOLOv5 paling efektif pada jarak hingga 15 meter, dengan akurasi terbaik pada jarak 1-2 meter (93,38% dan dalam 12 detik). Setelah jarak 15 meter, akurasi deteksi menurun secara signifikan. Pada jarak 20 meter, akurasi deteksi hanya mencapai 46,69% dengan waktu respon 16 detik Selain itu, kondisi jaringan juga mempengaruhi waktu komputasi YOLOv5. (4) Sistem mendeteksi jumlah orang dengan akurat dan mengontrol lampu sesuai dengan waktu operasional yang ditetapkan. Pada waktu siang hari (06:00 AM - 05:00 PM), lampu tetap mati meskipun YOLOv5 mendeteksi orang.

Tabel 5 Gambar yang ditangkap Yolov5

NO	Gambar Yang Di tangkap YOLOv5	keterangan
1.	<p>Hasil Pemrosesan Gambar 2 Cam</p> <p>Jumlah Orang : 1</p> <p>Sensor Cahaya : 1024</p>	Terdeteksi 1 orang pada jam 11.00am sehingga semua lampu mati di karenakan pengaturan nyala waktu yaitu 05.20pm-05.00am
2.	<p>Hasil Pemrosesan Gambar 2 Cam</p> <p>Jumlah Orang : 10</p> <p>Sensor Cahaya : 1024</p>	Terdeteksi 10 orang pada jam 03.00pm sehingga semua lampu mati di karenakan pengaturan nyala waktu yaitu 05.20pm-05.00am
3.	<p>Hasil Pemrosesan Gambar 2 Cam</p> <p>Jumlah Orang : 7</p> <p>Sensor Cahaya : 1024</p>	Terdeteksi 7 orang pada jam 08.00pm pada jarak 10 meter 4 lampu menyala sesuai jumlah orang yang terdeteksi dan pengaturan nyala waktu yaitu 05.20pm-05.00am
4.	<p>Hasil Pemrosesan Gambar 2 Cam</p> <p>Jumlah Orang : 2</p> <p>Sensor Cahaya : 611</p>	Terdeteksi 2 orang pada jam 09.00pm pada jarak 5 meter 2 lampu menyala sesuai jumlah orang yang terdeteksi dan pengaturan nyala waktu yaitu 05.20pm-05.00am
5.	<p>Hasil Pemrosesan Gambar 2 Cam</p> <p>Jumlah Orang : 2</p> <p>Sensor Cahaya : 614</p>	Terdeteksi 2 orang pada jam 11.00pm pada jarak 10 meter 1 lampu menyala sesuai jumlah orang yang terdeteksi .dan

**Saran**

Saran yang diharapkan pada penelitian selanjutnya, antara lain: (1) Penggunaan Model YOLO yang Lebih

Canggih: Menerapkan model YOLOv5 terbaru atau bahkan model YOLOv8 yang telah dioptimalkan untuk deteksi objek maupun manusia dengan akurasi lebih tinggi dan waktu komputasi lebih cepat.(2) Menggunakan perangkat keras yang lebih kuat, seperti GPU yang lebih kuat atau upgrade ke Raspberry Pi 4, dapat membantu mempercepat proses deteksi dan meningkatkan akurasi pada jarak yang lebih jauh. Peningkatan Waktu Respon: Optimasi Algoritma: Mengoptimalkan algoritma deteksi YOLOv5 untuk mengurangi waktu komputasi dari 12 detik menjadi lebih rendah.(3)Menggunakan camera yang lebih bagus dari camera raspberry pi bisa menggunakan cctv smart IP yang bisa di pantau dimana saja selama kita memiliki akses link cctv smart IP nya dan juga memiliki fitur infrared yang sangat berguna Ketika dalam keadaan gelap total

## DAFTAR PUSTAKA

- Adam, A., Muharnis, M., Ariadi, A., & Lianda, J. (2020). *Penerapan IoT untuk Sistem Pemantauan Lampu Penerangan Jalan Umum*. Jurnal ELINVO
- Ali Rohman, F., Ir Abraham Lomi, E., & Widodo Pudji Muljanto, I. (2020) *Rancang Bangun Prototipe Sistem Mnnitoring PJUTS Berbasis IoT Menggunakan Aplikasi Bot Telegram*. Jurnal JASTEN ITN Malang
- Arva Puspa, A., & Winardi, B. (2020) . *Evaluasi Penerangan Jalan Umum Komplek Kantor Kabupaten Boyolali*. Jurnal TRANSIENT Universitas Diponegoro
- Dzakiyya Rosalin, B., Aribowo, W., Chandra Hermawan, A.,& Rahmadian, R. (2023) *Monitoring Arus dan Tegangan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Ombak Berbasis Node Red dan ESP 8266 Monitoring Arus Dan Tegangan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Ombak Berbasis Node-Red Dan ESP 8266*. Jurnal JTE UNESA
- Faruqi, M. I., Rahmadian, R., Aribowo, W., & Wardani, A. L. (2023) *Monitoring Pada Alat Penerangan Jalan Umum(PJU) Menggunakan Sensor Passive Infrared Reciver(PIR) Berbasis Node-red*. Jurnal JTE UNESA
- Mahendra, M. R., Kurdianto, A. A., & Jauhari, M. (2022). *Rancang Bangun Boost Converter Untuk Charging Station Kursi Roda Listrik Dengan Sumber Solar Panel*. Jurnal Techno Bahari.
- Medina-Pérez, A., Sánchez-Rodríguez, D., & Alonso-González, I. (2021). *An internet of thing architecture based on message queuing telemetry transport protocol and node-red: A case study for monitoring radon gas*. Jurnal Smart Cities
- Megawati, S., & Lawi, A. (2020) *Pengembangan Sistem Teknologi Internet of Things Yang Perlu Dikembangkan Negara Indonesia*. Jurnal JIIET Universitas Universal
- Putu, I., Yoga, S., Sukadarmika, G., Hartati, R. S., & Divayana, Y.(2020) *Pendeteksi Jumlah Orang pada Sistem Bangunan Pintar Menggunakan Algoritma You Only Look Once*. Jurnal Majalah Ilmiah Teknologi Elektro,
- Rahma, L., Syaputra, H., Mirza, A. H., & Purnamasari, S. D. (2021). *Objek Deteksi Makanan Khas Palembang Menggunakan Algoritma YOLO (You Only Look Once)*. In *Jurnal Nasional Ilmu Komputer* (Vol. 2, Issue 3).
- Reza Nur Syakia. (2022). *Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebisingan di Perpustakaan Berbasis Mikrokontroler Esp32 Notifikasi Whatsapp (Design and Develop A Noise Detection Tool in A Microcontroller Based Library Esp32 Whatsapp Notification)*.Jurnal ISSN
- Yusuf, A. I., Samsugi, S., & Trisnawati, F. (2020). *Sistem Pengaman Pintu Otomatis Dengan Mikrokontroler Arduino dan Module RF Remote*. In *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali dan Listrik* (Vol. 1, Issue 1).