

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian sebelumnya, berbagai sistem lampu pintar berbasis IoT, sensor PIR, Sensor LDR telah dikembangkan untuk mengatasi masalah efisiensi energi di berbagai lingkungan, termasuk rumah, kantor, dan ruang publik. Sensor PIR berfungsi mendeteksi pergerakan pengguna di dalam ruangan, sedangkan sensor LDR digunakan untuk membaca tingkat pencahayaan lingkungan. Kombinasi kedua sensor ini membuat sistem dapat menyesuaikan nyala dan mati lampu secara otomatis, tidak hanya berdasarkan keberadaan orang tetapi juga kondisi terang atau gelap ruangan. Dengan tambahan sensor LDR, sistem lampu pintar yang dirancang diharapkan bisa bekerja lebih efisien dalam menghemat energi listrik dan memberikan kenyamanan pengguna di ruang kelas. Adapun beberapa penelitian dari penulis yang dijadikan referensi. Referensi yang diambil tidak semua membahas yang akan dikerjakan. Adapun beberapa review dengan penelitian dari beberapa penulis tersebut diuraikan dibawah ini: Pada judul “Perancangan Sistem Kendali Otomatis Lampu Jalan Berbasis Internet Of Things” Kurangnya sistem penerangan jalan yang efisien dapat meningkatkan risiko kecelakaan dan ketidaknyamanan bagi pengguna jalan. Sistem lampu jalan konvensional seringkali tidak responsif terhadap perubahan lingkungan, seperti intensitas lalu lintas dan kondisi cuaca. Untuk mengatasi hal ini, penelitian ini memperkenalkan penggunaan teknologi Internet of Things (IoT) pada sistem kendali otomatis lampu jalan. Dengan sensor pendeteksi gerakan (PIR) dan sensor intensitas cahaya (LDR), sistem ini bertujuan mengoptimalkan penggunaan energi listrik, meningkatkan kenyamanan, dan memberikan keamanan tambahan. Penelitian ini merancang sistem lampu jalan berbasis IoT menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler utama. Sistem ini mampu mengatur intensitas cahaya secara otomatis berdasarkan perubahan intensitas cahaya lingkungan dan deteksi gerakan manusia. Lampu akan menyala secara otomatis pada kondisi gelap atau saat terdeteksi gerakan di sekitar area. Pengguna juga dapat mengendalikan sistem lampu melalui koneksi Wi-Fi atau Bluetooth

menggunakan perangkat seluler. Proses pengembangan menggunakan metode waterfall yang mencakup analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi, dan pengujian. Sistem yang dirancang berhasil meningkatkan efisiensi energi dan responsivitas pencahayaan jalan. Lampu secara otomatis menyala hanya saat dibutuhkan, mengurangi konsumsi energi yang tidak perlu. Kemampuan sistem untuk dikontrol melalui perangkat seluler memberikan fleksibilitas bagi pengguna. Hasil penelitian ini diharapkan dapat diadopsi oleh pemerintah atau instansi terkait untuk menciptakan infrastruktur pencahayaan yang lebih cerdas dan berkelanjutan, meningkatkan kualitas hidup masyarakat serta mendukung penghematan energi. (Ahmad Setiawan, Joni Maulindar & Nurchim, 2023)

Pada Judul “Sistem Lampu Otomatis Dengan Sensor Gerak, Sensor Suhu dan Sensor Suara Berbasis Mikrokontroler” Pengendalian lampu di WC pusat perbelanjaan masih menggunakan saklar manual yang menyebabkan lampu tetap menyala sepanjang jam operasional, meskipun WC dalam keadaan kosong. Hal ini menimbulkan pemborosan energi listrik dan meningkatkan biaya operasional. Untuk mengatasi masalah tersebut, dibutuhkan sistem otomatis yang dapat mematikan lampu secara otomatis ketika WC kosong dan menyalakannya kembali hanya saat dibutuhkan. Penelitian ini mengembangkan sistem lampu otomatis berbasis mikrokontroler Arduino Uno yang dilengkapi dengan tiga jenis sensor, yaitu sensor PIR untuk mendeteksi gerakan, sensor suhu MLX90614 untuk memastikan keberadaan orang di bilik, dan sensor suara KY-038 untuk mendeteksi aktivitas suara di dalam WC. Ketiga sensor ini bekerja secara terintegrasi untuk mengontrol lampu secara otomatis. Sistem dirancang agar lampu menyala hanya ketika ada orang di WC, sehingga dapat menghemat energi. Program untuk sistem ini dikembangkan menggunakan perangkat lunak Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C. Pengujian menunjukkan bahwa sistem lampu otomatis ini lebih efisien dibandingkan pengoperasian menggunakan saklar manual. Sensor PIR memiliki tingkat keberhasilan deteksi sebesar 100%, sedangkan sensor suhu dan sensor suara masing-masing memiliki tingkat keberhasilan 93,3% dan 56,6%. Analisis akurasi menunjukkan bahwa pengukuran suhu dan suara oleh sensor memiliki nilai error masing-masing sebesar 22,02% dan 21,82%. Dari segi efisiensi energi, sistem lampu otomatis terbukti mampu mengurangi konsumsi daya

listrik secara signifikan, menghasilkan penghematan biaya operasional. Sistem ini memberikan solusi yang efektif untuk meningkatkan efisiensi energi dan kenyamanan bagi pengunjung WC di pusat perbelanjaan. (MusrifahPutriLukman,Junaedy&YosuaFriendlyYorendy Rieuwpassa,2018)

Pada judul “Penerapan IoT Pada Sistem Otomatisasi Lampu Penerangan Ruangan Dengan Sensor Gerak Dan Sensor Cahaya Menggunakan Android” penelitian ini menggunakan komponen Sensor PIR, LDR, Relay, dan Lampu. Sistem berhasil mengendalikan lampu secara otomatis berdasarkan deteksi gerakan dan intensitas cahaya. Lampu menyala saat ada pergerakan dan kondisi ruangan gelap, serta mati ketika ruangan terang atau tidak ada aktivitas. Sistem juga terhubung ke aplikasi Android untuk pemantauan jarak jauh, sehingga mampu meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik.(Asmaul Husna, Hari Toha Hidayat & Mursyidah Mursyidah, 2020)

Pada judul “Penerapan Light Dependent Resistor (LDR) Untuk Menyalakan dan Memadamkan Lampu Taman Secara Otomatis”, penelitian ini memanfaatkan sensor LDR, sensor PIR, relay, dan lampu untuk membuat sistem otomatisasi lampu taman. LDR digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya sekitar. Saat kondisi terang, hambatan LDR menurun dan lampu otomatis padam, sedangkan ketika kondisi redup, hambatan meningkat dan sistem menyalakan lampu melalui relay. Hasil penelitian menunjukkan sistem ini cukup efektif dalam mengatur pencahayaan otomatis dan membantu menghemat energi tanpa perlu pengoperasian manual.(Tri Ramdhany, Ririn Vidyarti, Suesti Rizky & Marina Wanda, 2022)

Tabel 2. 1 Perbandingan variabel penelitian

Kategori	Peneliti 1	Peneliti 2	Peneliti 3	Peneliti 4
Nama Penelitian	Ahmad Setiawan dkk	Ditya Ayu Anjani dkk	Wiyanto & Yayan Oktavianti	Tino Saputra & Untung Saputr
Tahun	2023	2022	2021	2024
Metode	Waterfall	Prototype	Prototype	Eksperimental & Prototype

Kategori	Peneliti 1	Peneliti 2	Peneliti 3	Peneliti 4
Pengujian	Uji coba sistem IoT	Pengujian monitoring panel surya	Pengujian prototype smart home	Pengujian efisiensi energi
Data	Sensor PIR dan LDR	Data PV, baterai, dan beban	Data kontrol lampu dan gerbang	Data sensor dan daya listrik
Input	Intensitas cahaya dan gerakan	Tegangan, arus, dan daya PV	Perintah suara Google Assistant	Sensor cahaya dan sensor PIR
Proses	Pengolahan data ESP32	Monitoring IoT berbasis Blynk	Pemrosesan NodeMCU V3	Analisis regresi linier ESP32
Output	Lampu jalan otomatis	Monitoring kondisi PJU	Kendali lampu dan gerbang otomatis	Efisiensi energi PJU
Variabel yang Digunakan	PIR, LDR, ESP32	Panel surya, baterai, Blynk	NodeMCU, relay, Google Assistant	ESP32, PIR, sensor cahaya
Tujuan	Efisiensi energi lampu jalan	Monitoring PJU tenaga surya	Otomatisasi smart home	Penghematan energi listrik
Hasil	Sistem lampu otomatis adaptif	Monitoring real-time berbasis IoT	Kontrol otomatis berbasis suara	Efisiensi meningkat 42,67%

Berdasarkan kajian terhadap beberapa penelitian terdahulu pada Tabel 2.1, dapat diketahui bahwa penelitian-penelitian tersebut memiliki topik yang berkaitan dengan sistem lampu otomatis dan penerapan Internet of Things (IoT). Beberapa penelitian menggunakan sensor PIR dan LDR untuk mendeteksi gerakan dan kondisi cahaya, sedangkan penelitian lainnya lebih berfokus pada sistem monitoring, pengendalian lampu, dan efisiensi penggunaan energi. Namun, masih

terdapat perbedaan pada objek penerapan, metode pengendalian, serta sistem monitoring yang digunakan.

Penelitian ini memiliki perbedaan dengan penelitian sebelumnya karena sistem yang dibuat diterapkan pada ruangan kelas dengan menggunakan ESP32 sebagai pengendali utama, empat sensor PIR untuk mendeteksi gerakan, dan sensor LDR untuk mengetahui kondisi pencahayaan ruangan. Sistem juga menggunakan Telegram Bot sebagai media untuk memberikan informasi mengenai kondisi lampu kepada pengguna. Selain itu, penelitian ini melakukan pengujian tingkat akurasi sistem dalam penyalan lampu otomatis serta pengujian pengaruh jarak terhadap waktu delay penyalan lampu.

Dengan adanya sistem ini, diharapkan lampu dapat menyala secara otomatis ketika terdapat aktivitas di dalam ruangan dan kondisi ruangan dalam keadaan gelap. Sistem juga diharapkan dapat membantu mengurangi penggunaan energi listrik yang tidak diperlukan karena lampu tidak akan menyala ketika ruangan terang atau tidak terdapat aktivitas. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi dalam penerapan sistem lampu pintar berbasis IoT pada ruangan kelas serta dapat menjawab rumusan masalah yang telah ditentukan.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 *Internet of Things*

Internet of Things (IoT) dijelaskan oleh (aws, n.d.) adalah jaringan perangkat yang saling terhubung melalui internet, dilengkapi dengan sensor dan teknologi komunikasi untuk mengumpulkan, mengirimkan, dan bertukar data secara real-time. Teknologi ini memungkinkan perangkat tidak hanya berinteraksi dengan pengguna tetapi juga berkomunikasi antarperangkat, menciptakan sistem otomatis yang cerdas dan efisien. Berkat kemajuan cip komputer yang semakin kecil dan hemat energi, serta dukungan telekomunikasi dengan bandwidth tinggi, miliaran perangkat sehari-hari seperti sikat gigi, penyedot debu, hingga kendaraan kini dapat terhubung ke internet. Dengan menggunakan sensor, perangkat-perangkat ini mampu mengumpulkan data dari lingkungan mereka dan merespons secara cerdas sesuai kebutuhan pengguna.

2.2.2 *Sensor Passive Infrared Receiver (PIR)*

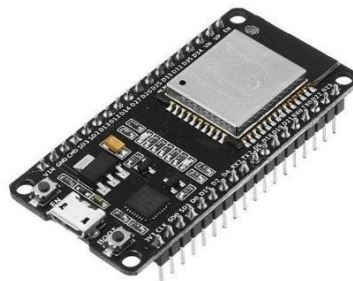
Sensor Passive Infrared Receiver (PIR) dijelaskan oleh (Elga Aris Prastyo, 2022) adalah perangkat yang mendeteksi radiasi inframerah dari objek di sekitarnya, seperti manusia, yang memancarkan panas dengan panjang gelombang 9-10 mikrometer. Sensor ini bersifat pasif, hanya menerima radiasi tanpa memancarkannya. Cara kerjanya dimulai dari lensa Fresnel yang menangkap radiasi inframerah, mengarahkannya ke sensor pyroelektrik yang mengubah energi panas menjadi arus listrik. Arus ini kemudian diterjemahkan menjadi sinyal digital berupa logika "0" saat tidak ada gerakan dan "1" saat gerakan terdeteksi. PIR efektif dalam mendeteksi gerakan dengan jangkauan hingga 5 meter, tergantung karakteristik sensor. Komponen pendukungnya mencakup pengatur waktu jeda, sensitivitas, regulator tegangan, dioda pengaman, input dan output digital, serta IC BISS0001 untuk memproses data. Gambar 2.1 Sensor Passive Infrared Receiver (PIR)



Gambar 2. 1 Sensor PIR (arduinoindonesia, 2022)

2.2.3 Esp32

ESP32 adalah (binus unersity, 2022) gambar 2.2 Esp32 mikrokontroler canggih dari Espressif System, merupakan penerus ESP8266 dengan keunggulan utama integrasi Wi-Fi dan Bluetooth, membuatnya ideal untuk sistem IoT tanpa perlu modul nirkabel tambahan. Ditenagai prosesor Tensilica Xtensa 32-bit LX6 (1-2 core, hingga 240 MHz), ESP32 menawarkan performa hingga 600 DMIPS dan ultra low power co-processor untuk mode deep sleep. Dengan memori internal (ROM 448 KiB, SRAM 520 KiB) dan dukungan flash/SRAM eksternal hingga 16 MiB, ESP32 mendukung berbagai antarmuka seperti ADC, DAC, UART, SPI, dan lainnya. Keamanannya mencakup WPA/WPA2, secure boot, flash encryption, dan akselerasi kriptografi, menjadikannya solusi andal untuk aplikasi IoT yang membutuhkan kinerja tinggi dan keamanan kuat.



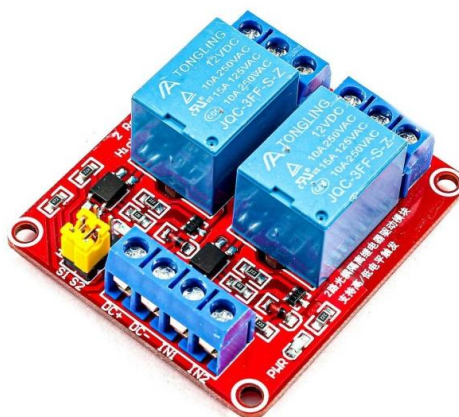
Gambar 2. 2 esp32 (ardutech, 2020)

Tabel 2. 2 Spesifikasi Mikrokontroler ESP32

No	Atribut	Detail
1.	Prosesor	Dual-core Tensilica LX6 dengan frekuensi hingga 240 MHz
2.	Memori	520 KB SRAM, 16 MB Flash
3.	Konektivitas	WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth v4.2 BR/EDR dan BLE
4.	GPIO	34 pin GPIO, termasuk PWM, ADC, DAC, I2C, SPI, dan UART
5.	Sensor	Sensor suhu internal, sensor hall effect
6.	Tegangan Operasional	3.3V
7.	Dimensi	25.5 mm x 51 mm

2.2.4 Relay

Relay adalah komponen elektronik berfungsi sebagai saklar elektronik, memungkinkan arus listrik untuk dikendalikan secara otomatis oleh mikrokontroler, seperti ESP 32. Relay biasanya memiliki tiga koneksi utama: COM sebagai input dari perangkat lain, NC (Normally Closed), dan NO (Normally Open).gambar 2.3 relay



Gambar 2. 3 Relay

2.2.5 Catu Daya (Power Supply)

Catu daya (*power supply*) (telkomuniversity, 2023) merupakan perangkat yang berfungsi sebagai sumber energi listrik untuk menyuplai tegangan dan arus kepada komponen elektronik. Catu daya dapat mengubah sumber tegangan listrik menjadi tegangan yang sesuai dengan kebutuhan perangkat. Pada sistem lampu pintar, catu daya digunakan untuk menyediakan tegangan bagi komponen seperti ESP32, sensor PIR, sensor LDR, dan relay. Tegangan yang stabil diperlukan agar setiap komponen dapat bekerja dengan baik dan sistem dapat beroperasi secara optimal.



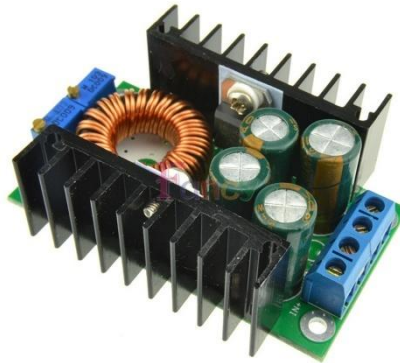
Gambar 2. 4 Catu daya (power supply) (ss-solution, 2015)

2.2.6 Modul Step down

Modul *step down* (cncstorebandung, 2021) merupakan modul elektronika yang berfungsi untuk menurunkan tegangan DC dari sumber tegangan yang lebih tinggi menjadi tegangan yang lebih rendah sesuai dengan kebutuhan komponen. Modul ini bekerja dengan mengatur tegangan keluaran agar tetap sesuai dan stabil.

Pada sistem lampu pintar, modul *step down* digunakan untuk menurunkan tegangan dari sumber catu daya menjadi tegangan yang dibutuhkan oleh komponen seperti ESP32, sensor PIR, sensor LDR, dan relay. Dengan penggunaan modul *step down*, tegangan yang diberikan kepada komponen dapat disesuaikan sehingga

sistem dapat bekerja dengan lebih stabil dan mengurangi risiko kerusakan akibat tegangan yang berlebihan.



Gambar 2. 5 Modul Step down (jakartanotebook.com)

2.2.7 Telegram

Telegram (Paveldurov,Nikolaldurov, 2013) gambar 2.4. Telegram (juga dikenal sebagai Telegram Messenger) adalah layanan media sosial dan pesan instan (IM) lintas platform berbasis cloud. Layanan ini diluncurkan untuk iOS pada 14 Agustus 2013 dan Android pada 20 Oktober 2013. merupakan aplikasi pesan instan berbasis cloud yang dapat dimanfaatkan sebagai media komunikasi pada sistem Internet of Things (IoT). Dalam proyek IoT, Telegram digunakan sebagai sarana untuk mengirimkan notifikasi secara real-time kepada pengguna melalui Telegram Bot. Dengan memanfaatkan Telegram Bot API, mikrokontroler seperti ESP32 dapat mengirimkan informasi mengenai kondisi perangkat atau hasil pembacaan sensor secara otomatis melalui koneksi internet.



Gambar 2. 6 Telegram (wikipedia, 2013)

2.2.8 Sensor Cahaya LDR

Sensor Cahaya *LDR* (*Light Dependent Resistor*) (Elga Aris Prastyo, n.d.) gambar 2.5 Sensor Cahaya *LDR* adalah salah satu jenis resistor yang dapat mengalami perubahan resistansinya apabila mengalami perubahan penerimaan cahaya. Modul sensor cahaya bekerja menghasilkan output yang mendeteksi nilai intensitas cahaya. Perangkat ini sangat cocok digunakan untuk project yang berhubungan dengan cahaya seperti nyala mati lampu. *LDR* atau *Light Dependent Resistor* merupakan salah satu komponen jenis resistor dengan nilai resistansi yang terus berubah sesuai intensitas cahaya yang mengenai sensor. Semakin banyak cahaya yang mengenai sensor LDR, maka akan semakin menurun nilai resistansinya. Nah, semakin sedikit cahaya yang mengenai sensor (gelap), maka nilai resistansinya akan semakin besar, jadi arus listrik yang mengalir akan terhambat.



Gambar 2. 7 Sensor LDR (arduinoindonesia, 2022)