

Penerapan Smart Lighting Untuk *Facade* Bangunan Dengan Fitur *Dimming* Otomatis Berbasis *Internet Of Things (IoT)*

Mohammad Hakim¹, Irawati², Woro Agus Nutriyanto³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang
^{1,2,3}Jl. Raya Puspipetek No. 46, Buaran, Serpong, Kota Tangerang Selatan
Provinsi Banten, 15310, Indonesia.

¹Mohammadhakim24@gmail.com

²Dosen02831@unpam.ac.id

³Dosen00855@unpam.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 12-03-2026
revisi : 04-04-2026
diterima : 17-05-2026
dipublish : 30-06-2026

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem smart lighting pada fasade bangunan dengan fitur dimming otomatis berbasis Internet of Things (IoT). Sistem dikembangkan menggunakan sensor intensitas cahaya BH1750 sebagai input, NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali utama, serta platform Blynk sebagai media monitoring dan kontrol jarak jauh. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan rekayasa (research and development) melalui tahapan pengamatan lapangan, perancangan sistem, pembuatan miniatur bangunan, serta pengujian kinerja perangkat keras dan perangkat lunak. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor BH1750 memiliki tingkat akurasi yang baik dengan selisih pembacaan kecil dibandingkan light meter. Implementasi algoritma pemetaan linier dan teknik Pulse Width Modulation (PWM) mampu menghasilkan perubahan intensitas cahaya yang proporsional terhadap nilai Lux yang terdeteksi. Sistem juga mampu beroperasi stabil pada mode otomatis maupun manual dengan respons cepat terhadap perubahan kondisi pencahayaan. Secara keseluruhan, penerapan IoT pada sistem pencahayaan fasade memungkinkan pengendalian yang adaptif dan berpotensi meningkatkan efisiensi pengoperasian pencahayaan melalui kontrol adaptif berbasis kondisi lingkungan.

Kata kunci : smart lighting fasade; dimming otomatis; NodeMCU ESP8266; sensor BH1750; Internet of Things

PENDAHULUAN

Fasade bangunan merupakan elemen arsitektural yang berfungsi sebagai identitas visual sekaligus representasi karakter suatu bangunan. Selain berperan dalam aspek estetika, fasade juga memiliki fungsi fungsional yang berkaitan dengan pencahayaan dan keamanan lingkungan sekitar bangunan. Menurut Khasbi & Susanti (2022), fasade tidak hanya mencerminkan fungsi bangunan, tetapi juga menampilkan nilai budaya dan kreativitas desain yang membentuk citra visualnya. Oleh karena itu, pencahayaan fasade menjadi aspek penting dalam mendukung tampilan bangunan pada malam hari.

Permasalahan yang umum ditemukan pada sistem pencahayaan fasade adalah penggunaan metode konvensional yang bersifat manual dan tidak adaptif terhadap kondisi lingkungan. Lampu sering kali menyala dengan intensitas penuh tanpa mempertimbangkan kebutuhan pencahayaan aktual, sehingga menimbulkan pemborosan energi listrik. Meskipun teknologi Light Emitting Diode (LED) dikenal lebih hemat energi dibandingkan lampu konvensional (Gegana, 2020), efisiensi maksimal belum tercapai apabila tidak didukung sistem kendali cerdas.

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memberikan solusi terhadap permasalahan tersebut. IoT memungkinkan perangkat elektronik terhubung melalui jaringan internet sehingga dapat saling berkomunikasi dan dikendalikan secara jarak jauh maupun otomatis (Maulana, Muzaki, Febrina, & Purwahyudi, 2024). Konsep ini memungkinkan integrasi antara sensor, mikrokontroler, dan platform berbasis cloud untuk menciptakan sistem pengendalian yang responsif dan adaptif. Lebih lanjut, IoT memungkinkan interaksi antara manusia dan perangkat melalui protokol komunikasi digital yang efisien (Rizaldi, Radwitya, & Risman, 2022).

Dalam konteks pengendalian pencahayaan, sistem berbasis IoT dapat memanfaatkan sensor cahaya untuk membaca intensitas pencahayaan lingkungan dan mengatur tingkat kecerahan lampu secara otomatis. Sistem dimming otomatis telah dikembangkan pada penelitian sebelumnya untuk menjaga tingkat iluminasi sesuai standar tertentu (Venny & Setyaningsih, 2022). Penelitian lain menunjukkan bahwa sensor BH1750 mampu memberikan pembacaan intensitas cahaya dalam satuan Lux dengan rentang luas dan akurasi yang baik (Nur Pratiwi, Supit, & Cakra, 2025).

Integrasi mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dengan aplikasi berbasis Android seperti Blynk juga telah terbukti mampu menghasilkan sistem pengendalian lampu jarak jauh yang stabil (Sulistiyorini, Sofi, & Sova, 2022). NodeMCU memiliki modul WiFi terintegrasi sehingga mempermudah komunikasi data melalui internet. Selain itu, sistem berbasis NodeMCU juga telah digunakan untuk pengendalian perangkat listrik jarak jauh melalui platform digital (Madyatmadja, Nuramalia, Kusumawati, Jamil, & Kusumawardhana, 2021).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem smart lighting pada fasade bangunan dengan fitur dimming otomatis berbasis IoT. Ruang lingkup penelitian dibatasi pada pengendalian lampu fasade menggunakan LED strip dengan fitur dimming otomatis dan manual melalui aplikasi. Sistem tidak mencakup pengukuran konsumsi daya secara detail maupun deteksi kerusakan lampu. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya hanya berfokus pada integrasi dasar antara sensor cahaya, mikrokontroler, dan platform IoT, penelitian ini mengusulkan sistem smart lighting fasade berbasis multi-sensor menggunakan multiplexer I2C untuk pemantauan pencahayaan pada beberapa titik secara simultan. Selain itu, penelitian ini

mengimplementasikan algoritma pemetaan linier berbasis kondisi iluminasi lingkungan yang dikombinasikan dengan sistem kontrol manual real-time melalui platform Blynk. Pendekatan ini memberikan fleksibilitas pengendalian serta memungkinkan sistem bekerja dalam dua mode operasi, yaitu otomatis dan manual, sehingga meningkatkan adaptabilitas sistem terhadap kondisi lingkungan yang dinamis.

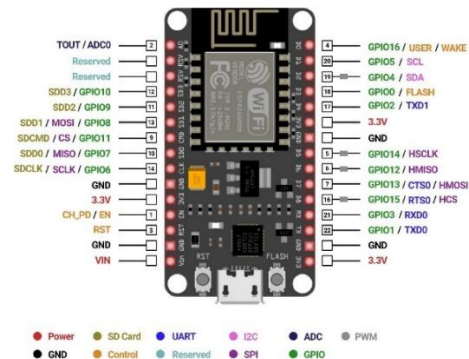
TEORI

Internet of Things (IoT)

Internet of Things merupakan konsep jaringan perangkat fisik yang saling terhubung melalui internet dan mampu bertukar data secara otomatis tanpa interaksi manusia secara langsung. Dalam sistem otomasi bangunan, IoT memungkinkan integrasi sensor, aktuator, dan platform cloud sehingga pengendalian perangkat dapat dilakukan secara real-time dan jarak jauh (Maulana et al., 2024). Sistem IoT umumnya terdiri dari tiga komponen utama, yaitu perangkat pengumpul data (sensor), unit pemroses (mikrokontroler), dan platform komunikasi berbasis cloud.

NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 adalah modul mikrokontroler berbasis chip ESP8266 yang memiliki kemampuan WiFi terintegrasi. Modul ini mendukung pemrograman melalui Arduino IDE dan banyak digunakan dalam pengembangan sistem IoT karena biaya yang relatif rendah dan kemudahan integrasi (Madyatmadja et al., 2021). NodeMCU memiliki fitur General Purpose Input Output (GPIO), Pulse Width Modulation (PWM), serta komunikasi I2C yang memungkinkan integrasi dengan sensor digital seperti BH1750.



Gambar 1. NodeMCU ESP8266

Sumber :

<https://yedndrsfstudy.z19.web.core.windows.net>

Kemampuan PWM pada NodeMCU memungkinkan pengaturan intensitas cahaya melalui teknik modulasi lebar pulsa. Teknik ini mengatur rasio waktu ON dan OFF dalam satu periode sinyal sehingga tingkat kecerahan lampu dapat dikendalikan secara bertahap (Buani & Suryani, 2020).

Aplikasi Blynk

Blynk merupakan platform IoT berbasis cloud yang menyediakan antarmuka mobile untuk monitoring dan pengendalian perangkat. Aplikasi ini memungkinkan pembuatan dashboard menggunakan widget seperti tombol dan slider tanpa memerlukan pengembangan front-end tambahan (Artiyasa, Nita Rostini, Edwinanto, & Anggy Pradifita Junfithrana, 2021).



Gambar 2. Aplikasi Blynk
 Sumber: <https://learn.sparkfun.com>

Melalui Auth Token unik, perangkat dapat terhubung dengan server Blynk dan berkomunikasi secara real-time. Versi terbaru, Blynk 2.0, dikembangkan untuk meningkatkan stabilitas dan fleksibilitas sistem IoT (Herlina, Robbani, Falah, Harisah, & Nuzula, 2024).

Sensor Intensitas Cahaya BH1750

BH1750 adalah sensor cahaya digital dengan komunikasi I2C yang mampu mengukur intensitas cahaya dalam satuan Lux dengan resolusi 16-bit dan rentang hingga 65.535 Lux (Khuriati, 2022).



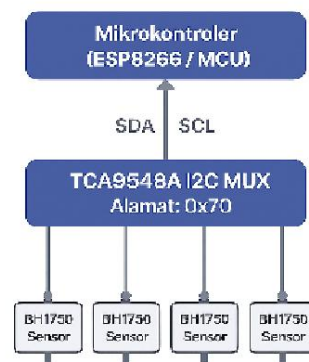
Gambar 3. Sensor *Lux* BH1750
 Sumber :

(<https://www.semiconductorforu.com/bh1750-sensor-specifications-applications/>)

Dibandingkan dengan sensor LDR, BH1750 memiliki akurasi lebih baik, respons lebih stabil, serta tidak memerlukan konversi analog tambahan (Lumembang & Kolibu, 2024).

Multiplexer I2C TCA9548A

Multiplexer I2C TCA9548A digunakan untuk mengatasi konflik alamat pada perangkat I2C yang memiliki alamat identik. Modul ini membagi jalur komunikasi I2C menjadi delapan kanal terpisah sehingga mikrokontroler dapat memilih kanal tertentu untuk membaca sensor yang diinginkan (Aditya & Ananda, 2025).

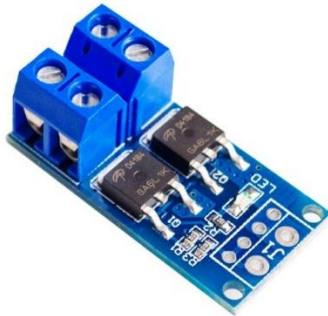


Gambar 4. Diagram Cara Kerja Multiplexer

Penggunaan multiplexer memungkinkan beberapa sensor BH1750 digunakan secara bersamaan dalam satu sistem.

MOSFET sebagai Driver Beban

MOSFET D4184 digunakan sebagai sakelar elektronik untuk mengendalikan arus menuju LED strip. Komponen ini mendukung kontrol PWM dan memiliki resistansi rendah sehingga efisien dalam pengaturan beban DC (Putra, Wardono, & Kamil, 2021).



Gambar 5. Mosfet D4184

Dengan teknik PWM, intensitas cahaya LED dapat diatur secara proporsional sesuai nilai keluaran mikrokontroler.

Lampu LED Strip



Gambar 6. Lampu LED strip

Lampu LED strip merupakan sumber pencahayaan berbasis semikonduktor yang memiliki efisiensi energi tinggi dan usia pakai lebih lama dibandingkan lampu konvensional (Fatin & Pratiwi, 2023).

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan rekayasa atau rancang bangun (*Research and Development*) untuk menghasilkan sistem smart lighting fasade berbasis *Internet of Things* (IoT). Metode ini dipilih karena penelitian berfokus pada

perancangan, implementasi, serta pengujian sistem yang dikembangkan secara bertahap hingga mencapai kondisi optimal. Tahapan penelitian meliputi pengamatan lapangan, perancangan sistem, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, serta pengujian dan analisis kinerja sistem.

Pengamatan Lapangan

Tahap awal dilakukan melalui observasi terhadap kebutuhan pencahayaan fasade bangunan pada kondisi malam hari. Pengamatan ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik pencahayaan yang dibutuhkan, tingkat iluminasi yang sesuai, serta potensi pemborosan energi akibat sistem pencahayaan konvensional. Hasil observasi menjadi dasar dalam menentukan spesifikasi sensor cahaya dan rentang pengaturan dimming yang akan diterapkan pada sistem.

Perancangan Sistem

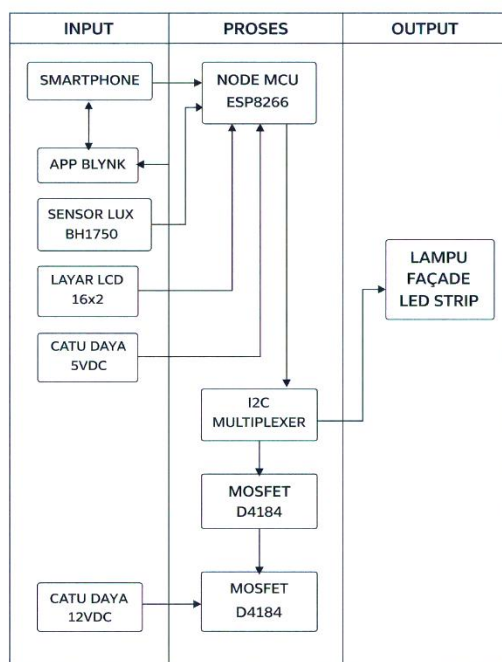
Perancangan sistem dilakukan dengan membagi arsitektur menjadi tiga bagian utama, yaitu input, proses, dan output. Sensor BH1750 digunakan sebagai perangkat input untuk membaca intensitas cahaya lingkungan dalam satuan Lux (Khuriati, 2022). Data dari sensor dikirim melalui komunikasi I2C dan dikelola menggunakan multiplexer TCA9548A untuk menghindari konflik alamat (Aditya & Ananda, 2025).

NodeMCU ESP8266 berfungsi sebagai pusat pemrosesan dan komunikasi data. Modul ini dipilih karena memiliki WiFi terintegrasi sehingga mendukung sistem IoT berbasis cloud (Madyatmadja et al., 2021). Nilai Lux yang diterima diproses menggunakan algoritma pemetaan (mapping) untuk menghasilkan nilai PWM yang akan mengatur intensitas cahaya LED. Teknik PWM digunakan untuk mengontrol kecerahan lampu secara bertahap dan efisien (Buani & Suryani, 2020).

Output sistem berupa lampu LED strip yang dikendalikan melalui driver MOSFET D4184 sebagai sakelar elektronik berdaya rendah dengan kemampuan switching cepat (Putra et al., 2021). Monitoring dan pengendalian manual dilakukan menggunakan aplikasi Blynk berbasis cloud yang memungkinkan komunikasi dua arah secara real-time (Artiyasa et al., 2021).

Diagram Blok Sistem

Diagram blok berikut menggambarkan hubungan antar komponen dalam sistem smart lighting fasade berbasis IoT.



Gambar 7. Diagram Blok Sistem

Secara konseptual, sistem terdiri dari sensor BH1750 sebagai input, NodeMCU ESP8266 sebagai pusat pemrosesan, jaringan WiFi dan Blynk Cloud sebagai media komunikasi, serta MOSFET D4184 dan LED strip sebagai bagian output pencahayaan fasade.

Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan meliputi NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler utama, empat unit sensor BH1750 untuk membaca intensitas cahaya pada setiap lantai miniatur bangunan, multiplexer I2C TCA9548A untuk mengelola komunikasi multi-sensor, MOSFET D4184 sebagai driver beban LED, LED strip 12V sebagai sumber pencahayaan, modul step-down sebagai penurun tegangan dari 12V menjadi 5V, serta LCD 16x2 sebagai tampilan lokal sistem.

Perakitan dilakukan pada miniatur bangunan bertingkat sebagai media simulasi fasade. Setiap lantai dilengkapi satu sensor BH1750 dan satu jalur LED strip sehingga sistem mampu melakukan pengendalian pencahayaan secara independen pada masing-masing lantai.

Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak dikembangkan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C++. Program diawali dengan proses inisialisasi koneksi WiFi dan autentikasi ke server Blynk. Selanjutnya dilakukan inisialisasi komunikasi I2C serta pemilihan kanal pada multiplexer untuk membaca masing-masing sensor BH1750.

Nilai intensitas cahaya yang diperoleh dari sensor diproses menggunakan fungsi pemetaan linier untuk menghasilkan nilai PWM. Data hasil pembacaan kemudian dikirimkan ke Blynk Cloud untuk keperluan monitoring, sekaligus menerima perintah apabila sistem berada dalam mode manual. Output PWM selanjutnya dikirim ke MOSFET untuk mengatur intensitas LED strip.

Algoritma pemetaan dilakukan menggunakan fungsi linier:

$$PWM = \frac{Lux_{max} - Lux}{Lux_{max} - Lux_{min}} \times PWM_{max} \quad (1)$$

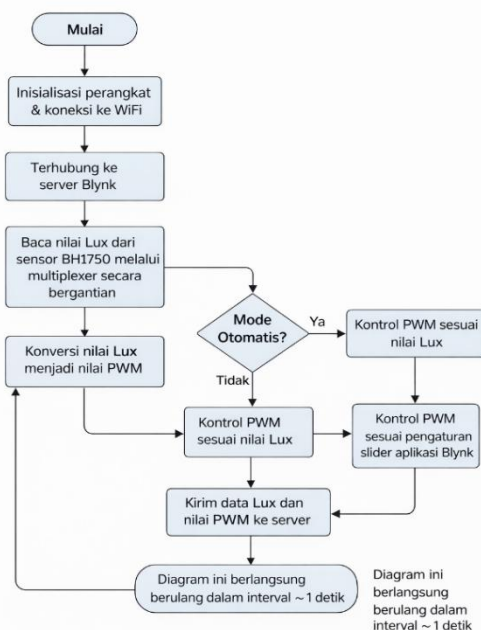
Keterangan :
 Lux min : 50"

Lux max : 300"
 PWM max : 1023"

Rentang Lux 50–300 dipilih berdasarkan kondisi pencahayaan lingkungan fasade, di mana nilai di bawah 50 Lux dianggap gelap dan di atas 300 Lux dianggap cukup terang sehingga lampu tidak diperlukan.

Flowchart Sistem

Flowchart berikut menggambarkan alur kerja sistem dari proses inisialisasi hingga pengendalian dimming otomatis dan manual.



Gambar 8. Flowchart Perancangan *Software*

Secara operasional, sistem diawali dengan proses inisialisasi perangkat dan koneksi ke jaringan WiFi. Setelah terhubung dengan server Blynk, NodeMCU membaca nilai intensitas cahaya dari masing-masing sensor melalui multiplexer secara bergantian. Nilai Lux yang diperoleh kemudian dikonversi menjadi nilai PWM sesuai algoritma pemetaan. Apabila sistem berada pada mode otomatis, nilai PWM

mengikuti hasil pembacaan sensor. Sebaliknya, apabila mode manual diaktifkan melalui aplikasi, nilai PWM mengikuti pengaturan slider pada dashboard Blynk. Data Lux dan nilai PWM secara berkala dikirimkan ke server untuk keperluan monitoring. Proses ini berlangsung secara berulang dalam interval waktu sekitar satu detik.

Tahap Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan kinerja perangkat keras dan perangkat lunak berjalan sesuai rancangan. Pengujian sensor BH1750 dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap alat ukur light meter untuk mengetahui tingkat akurasi pembacaan intensitas cahaya. Pengujian konektivitas WiFi dan Blynk dilakukan untuk memastikan sistem mampu terhubung secara stabil dan mengirim data tanpa gangguan signifikan.

Pengujian mode otomatis dilakukan dengan memberikan variasi kondisi pencahayaan guna mengamati respons perubahan nilai PWM terhadap perubahan Lux. Sementara itu, pengujian mode manual dilakukan dengan mengatur nilai kecerahan melalui aplikasi untuk memastikan respons sistem berlangsung secara real-time. Selain itu, sistem juga diamati untuk menilai stabilitas koneksi serta potensi delay selama proses komunikasi data berlangsung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Implementasi Sistem

Sistem smart lighting fasade berbasis Internet of Things (IoT) berhasil diimplementasikan pada miniatur bangunan bertingkat yang terdiri atas empat lantai. Setiap lantai dilengkapi satu sensor BH1750 dan satu jalur LED strip yang dikendalikan secara independen melalui NodeMCU ESP8266. Sistem mampu beroperasi dalam dua mode, yaitu mode otomatis berbasis

pembacaan intensitas cahaya dan mode manual melalui aplikasi Blynk.

Selisih kecil pada hasil pengukuran dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain sudut penerimaan cahaya sensor, distribusi intensitas cahaya pada miniatur, serta karakteristik optik sensor dibandingkan alat ukur referensi. Selain itu, hubungan antara Lux dan PWM menunjukkan karakteristik linier terbalik, di mana peningkatan intensitas cahaya menyebabkan penurunan nilai PWM. Hal ini sesuai dengan konsep kontrol pencahayaan adaptif yang bertujuan menjaga tingkat iluminasi tetap optimal tanpa over-lighting. Hal ini menunjukkan bahwa komunikasi dua arah antara perangkat dan cloud berjalan stabil sebagaimana dijelaskan oleh Artiyasa et al. (2021).

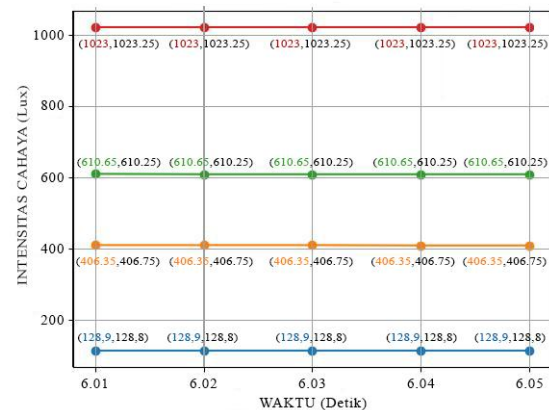
Hasil Pengujian Sensor BH1750

Pengujian sensor BH1750 dilakukan pada empat lantai miniatur bangunan dengan variasi tingkat pencahayaan sebesar 100 lx, 400 lx, 600 lx, dan 1023 lx. Pada setiap tingkat cahaya, pembacaan sensor dilakukan sebanyak lima kali untuk memperoleh nilai rata-rata, kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan light meter sebagai alat referensi. Berikut data pengujian diringkas dalam bentuk nilai rata-rata selisih antara sensor dan alat ukur pada masing-masing tingkat cahaya.

Tabel 1. Ringkasan Hasil Pengujian Sensor BH1750 pada Empat Lantai

Tingkat Cahaya	Rata-rata Pembacaan BH1750 (Lux)	Light Meter (Lux)	Error Persentase (%)
100 lx	128,9	128,8	0,076
400 lx	406,35	406,75	0,098
600 lx	610,65	610,25	0,065

1023 lx 1023 1023,25 0,024



Gambar 9. Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran BH1750 dan Light Meter

Berdasarkan tabel dan grafik perbandingan tersebut, terlihat bahwa hasil pembacaan sensor BH1750 pada setiap lantai memiliki pola yang konsisten dan mendekati nilai pengukuran menggunakan light meter. Selisih pengukuran relatif kecil pada seluruh tingkat pencahayaan, dengan perbedaan rata-rata di bawah $\pm 1,5$ Lux. Jika dikonversikan ke dalam persentase kesalahan, nilai error berada di bawah 1% untuk intensitas hingga 600 lx dan masih berada dalam batas toleransi pada tingkat cahaya tertinggi. Persentase kesalahan (error) dihitung menggunakan persamaan:

$$Error(\%) = \frac{Lux_{sensor} - Lux_{referensi}}{Lux_{referensi}} \times 100\% \quad (2)$$

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh nilai error rata-rata kurang dari 1% pada intensitas hingga 600 Lux, dan sekitar 0,12% pada intensitas 100 Lux. Nilai ini menunjukkan bahwa sensor BH1750 memiliki tingkat akurasi yang sangat baik dan masih berada dalam batas toleransi pengukuran cahaya.

Selisih pengukuran antara sensor dan alat referensi dipengaruhi oleh beberapa

faktor, seperti sudut penerimaan cahaya, distribusi cahaya pada objek uji, serta karakteristik sensor. Faktor-faktor ini menyebabkan perbedaan kecil yang masih dalam batas toleransi.

Grafik pada masing-masing lantai juga menunjukkan hubungan yang linier antara peningkatan intensitas cahaya dengan nilai Lux yang dibaca sensor. Hal ini menunjukkan bahwa sensor mampu merespons perubahan intensitas cahaya secara stabil tanpa deviasi yang signifikan antar lantai. Konsistensi pembacaan ini mengindikasikan bahwa sistem pembacaan multi-sensor menggunakan multiplexer I2C TCA9548A dapat bekerja dengan baik tanpa menimbulkan konflik alamat atau gangguan komunikasi.

Hasil tersebut sejalan dengan karakteristik sensor BH1750 yang memiliki resolusi tinggi serta komunikasi digital berbasis I2C yang lebih stabil dibandingkan sensor analog, sehingga mampu meminimalkan noise pengukuran (Khuriati, 2022).

Hasil Pengujian Dimming Otomatis

Pengujian dimming otomatis dilakukan dengan memberikan variasi intensitas cahaya pada sensor dan mengamati perubahan nilai PWM yang dihasilkan sistem.

Tabel 2. Pengujian Mode Otomatis

No	Kondisi Lux	PWM Output yang Diharapkan	PWM yang Terbaca	Perubahan Lampu
1	<50 lx	1023	1023	Lampu sangat terang
2	100 lx	800	819	Lampu terang sedang

3	200 lx	300-400	410	Lampu redup
4	300 lx	0	1	Lampu mati

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai PWM yang dihasilkan sistem mendekati nilai yang direncanakan dalam algoritma pemetaan. Pada kondisi cahaya rendah, PWM berada pada nilai maksimum sehingga lampu menyala terang, sedangkan pada intensitas tinggi nilai PWM turun hingga mendekati nol dan lampu meredup atau mati.

Selisih kecil yang terjadi tidak memengaruhi respons visual secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa teknik Pulse Width Modulation (PWM) mampu mengatur intensitas cahaya secara proporsional dan responsif terhadap perubahan nilai Lux (Buani & Suryani, 2020).

Hasil Pengujian Mode Manual

Pada mode manual, pengguna dapat mengatur intensitas cahaya melalui slider pada aplikasi Blynk. Pengujian menunjukkan bahwa perubahan nilai slider langsung memengaruhi nilai PWM yang dikirimkan ke MOSFET dan LED strip.

Tidak ditemukan delay signifikan selama koneksi WiFi stabil. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi NodeMCU ESP8266 dengan Blynk Cloud berjalan efektif dan sesuai dengan karakteristik sistem IoT berbasis WiFi yang dikemukakan oleh (Madyatmadja et al., 2021).

Tabel 3. Pengujian Mode Manual

No	Slider PWM	PWM Output	Kondisi Lampu
1	0	0 - 5	Lampu Mati
2	± 300	289 - 312	Lampu redup

3	± 700	694 - 713	Lampu terang sedang
4	1023	1023	Lampu terang penuh

Mode manual memberikan fleksibilitas tambahan dibanding sistem konvensional karena memungkinkan pengguna mengontrol pencahayaan dari jarak jauh tanpa intervensi langsung pada perangkat fisik.

Analisis Kinerja Sistem

Secara keseluruhan, sistem menunjukkan performa yang baik pada mode otomatis maupun manual. Penggunaan multiplexer I2C TCA9548A berhasil mengatasi konflik alamat sensor sehingga pembacaan empat sensor dapat dilakukan secara bergantian tanpa gangguan komunikasi, sebagaimana dijelaskan oleh Aditya & Ananda (2025).

Penggunaan MOSFET D4184 sebagai driver LED juga terbukti mampu mengatur arus beban tanpa menghasilkan panas berlebih. Teknik PWM yang diterapkan mampu menghasilkan perubahan kecerahan yang halus dan tidak menimbulkan kedipan (*flicker*).

Sistem menunjukkan kestabilan yang baik dengan respons PWM yang konsisten terhadap perubahan nilai Lux. Selain itu, tidak ditemukan delay signifikan dalam komunikasi antara NodeMCU dan aplikasi Blynk, sehingga sistem dapat dikategorikan responsif dan real-time. Temuan ini sejalan dengan konsep efisiensi pencahayaan berbasis kontrol adaptif yang dijelaskan dalam penelitian Venny & Setyaningsih (2022).

Keterkaitan dengan Konsep Smart Lighting

Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi sensor cahaya, mikrokontroler

berkemampuan WiFi, dan platform cloud menghasilkan sistem pencahayaan adaptif yang responsif terhadap kondisi lingkungan. Sistem ini memenuhi karakteristik smart lighting, yaitu kemampuan sensing, processing, dan controlling secara otomatis dan terhubung jaringan.

Dengan demikian, penelitian ini membuktikan bahwa implementasi IoT pada sistem fasade bangunan membuka peluang meningkatkan efisiensi pengoperasian pencahayaan melalui kontrol adaptif berbasis kondisi lingkungan

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem smart lighting fasade berbasis Internet of Things (IoT) dengan fitur dimming otomatis. Sistem pengendalian dan monitoring lampu fasade berbasis IoT berhasil dirancang dan diimplementasikan menggunakan NodeMCU ESP8266 dan aplikasi Blynk. Sistem mampu melakukan kontrol dan monitoring secara real-time serta mendukung dua mode operasi, yaitu otomatis dan manual. Sensor BH1750 menunjukkan tingkat akurasi yang baik dengan nilai error rendah, serta mampu mendukung pengendalian intensitas lampu secara adaptif. Secara keseluruhan, sistem bekerja dengan baik, serta berpotensi meningkatkan efisiensi operasional pencahayaan fasade.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan selama proses penelitian dan penyusunan karya ilmiah ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pihak Program Studi dan seluruh pihak yang telah mendukung penyediaan fasilitas serta membantu terlaksananya penelitian ini dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Aditya, M., & Ananda, D. D. (2025).

- PENGEMBANGAN ALAT UJI KOMPONEN ELEKTRONIKA DASAR BERBASIS ARDUINO ATMEGA 2560. In *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan* (Vol. 5, pp. 329–337).
- Artiyasa, M., Nita Rostini, A., Edwinanto, & Anggy Pradifta Junfithrana. (2021). APLIKASI SMART HOME NODE MCU IOT UNTUK BLYNK. *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*, 7(1), 1–7. <https://doi.org/10.52005/rekayasa.v7i1.59>
- Buani, D. C. P., & Suryani, I. (2020). Sistem Informasi Jasa Travel (SIJAVEL) Menggunakan Metode Waterfall. *EVOLUSI: Jurnal Sains Dan Manajemen*, 8(2). <https://doi.org/10.31294/evolusi.v8i2.8759>
- Fatin, R., & Pratiwi, A. (2023). *PROTOTYPE SISTEM PENGATURAN INTENSITAS CAHAYA BERDASARKAN PERTUMBUHAN BIBIT TANAMAN HIDROPONIK DALAM RUANGAN*. Politeknik Negeri Cilacap. Retrieved from [https://elib.pnc.ac.id/1026/3/BAB II.pdf](https://elib.pnc.ac.id/1026/3/BAB%20II.pdf)
- Gegana, G. A. (2020). *Teknologi L.E.D dalam pencahayaan arsitektural facade bangunan = L.E.D technology in architectural lighting of building's facade*. Universitas Indonesia. Retrieved from <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20246005&lokasi=lokal>
- Herlina, A., Robbani, F., Falah, M. F., Harisah, Z. Y., & Nuzula, M. H. F. (2024). Pelatihan Penggunaan Sistem Monitoring Kualitas Air Kolam Lele di Desa Sukodadi Paiton Probolinggo. *Babakti: Journal of Community Engagement*, 1(2), 58–67. <https://doi.org/10.35706/babakti.v1i2.51>
- Khasbi, R. P., & Susanti, A. D. (2022). KAJIAN BENTUK DAN FASAD BANGUNAN SEBAGAI LANDMARK KAWASAN KOTA. *Jurnal Arsitektur Kolaborasi*, 2(1), 38–48. <https://doi.org/10.54325/kolaborasi.v2i1.25>
- Khuriati, A. (2022). Sistem Pemantau Intensitas Cahaya Ambien Dengan Sensor Bh1750 Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano. *Berkala Fisika*, 25(3), 105–110.
- Lumembang, M. M., & Kolibu, H. S. (2024). Rancang Bangun Luxmeter Menggunakan Sensor BH1750 Berbasis Arduino sebagai Alat Ukur Intensitas Cahaya. *Jurnal FisTa Fisika Dan Terapannya*, 5(2), 106–111.
- Madyatmadja, E. D., Nuramalia, A. N., Kusumawati, L., Jamil, S. P., & Kusumawardhana, W. (2021). Data Visualization of Internet Usage in The Jabodetabek Area. *Infotech: Journal of Technology Information*, 7(1), 55–62.
- Maulana, F. F., Muzaki, M. I., Febrina, D. C., & Purwahyudi, B. (2024). Rancang Bangun Sistem Kontrol ON-OFF Pada Lampu Berbasis TELEGRAM. *INTER TECH*, 2(1), 1–9. <https://doi.org/10.54732/i.v2i1.1074>
- Nur Pratiwi, A., Supit, Y., & Cakra, C. (2025). PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING INTENSITAS CAHAYA LAMPU PIJAR BERBASIS IOT DAN SENSOR BH1750 UNTUK OPTIMASI ENERGI. *Simtek: Jurnal Sistem Informasi Dan Teknik Komputer*, 10(2), 412–417. <https://doi.org/10.51876/simtek.v10i2.1674>
- Putra, R. F., Wardono, S., & Kamil, I. (2021). PEMROGRAMAN SISTEM KONTROL KECEPATAN MOTOR DC DENGAN METODE PULSE WIDTH MODULATION BERBASIS PLC. In *Seminar Nasional Teknik Elektro* (Vol. 6, pp. 70–75).
- Rizaldi, M. J., Radwitya, E., & Risman, J. (2022). KONTROL LAMPU DENGAN MENGGUNAKAN MODUL NODEMCUESP8266 V.3 BERBASIS

TELEGRAM BOT. *Injection: Indonesian Journal of Vocational Mechanical Engineering*, 2(2), 90–98.
<https://doi.org/10.58466/injection.v2i2.1486>

- Sulistiyorini, T., Sofi, N., & Sova, E. (2022). Pemanfaatan Nodemcu Esp8266 Berbasis Android (Blynk) Sebagai Alat Alat Mematikan Dan Menghidupkan Lampu. *Jurnal Ilmiah Teknik*, 1(3), 40–53.
- Venny, V., & Setyaningsih, E. (2022). Perancangan dan Realisasi Automatic Dimming Light. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 24(1), 82.
<https://doi.org/10.24912/tesla.v24i1.18444>