

OPTIMALISASI PENCAHAYAAN MELALUI OTOMATISASI SISTEM TIRAI PADA KAMAR DELUXE HOTEL ARTOTEL MAGELANG

Irbah Rakha Citra Tsani

Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
d300220138@student.ums.ac.id

Suharyani

Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
suh892@ums.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini dilaksanakan pada Kamar Deluxe Hotel Artotel Magelang yang masih berada dalam tahap pembangunan. Penelitian ini mengidentifikasi permasalahan distribusi cahaya yang tidak merata, khususnya pada area dekat jendela dengan intensitas cahaya berlebihan (850-925 lux) serta penggunaan pencahayaan buatan yang berlangsung secara terus-menerus akibat sistem pengendalian tirai yang masih bersifat manual. Kondisi tersebut berpotensi menurunkan kenyamanan visual dan efisiensi energi Kamar Deluxe. Penelitian ini bertujuan untuk mengotomatisasi sistem tirai manual menjadi sistem otomatis berbasis sensor cahaya menggunakan Arduino Uno R3 sebagai solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan simulasi DIALux Evo dimanfaatkan untuk menentukan batas iluminansi ideal (set-point) sesuai standar SNI 6197:2020. Nilai set-point ini digunakan sebagai parameter kendali dalam pemrograman Arduino, yang menentukan kondisi kapan tirai harus menutup atau terbuka secara otomatis berdasarkan intensitas cahaya yang terdeteksi sensor. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem otomatis tirai yang dirancang berpotensi mengurangi area yang memiliki cahaya berlebihan, menciptakan distribusi cahaya yang merata dengan iluminansi sesuai SNI 6197:2020. Respons sistem yang cepat (10 detik) dan implementasi dengan komponen ekonomis membuat teknologi ini praktis untuk diterapkan pada hotel modern. Sistem ini berpotensi meningkatkan kenyamanan visual pengguna serta mengoptimalkan pemanfaatan cahaya alami secara berkelanjutan.

KEYWORDS

Otomatisasi Sistem Tirai; Kenyamanan Visual; Arduino Uno R3; DIALux Evo; Hotel.

PENDAHULUAN

Pencahayaan pada bangunan modern memiliki peran yang kompleks dan multifaset, tidak hanya memengaruhi kenyamanan visual, tetapi juga berdampak signifikan terhadap produktivitas pengguna serta konsumsi energi bangunan. Dalam industri perhotelan, hotel modern membutuhkan perhatian khusus pada kualitas pencahayaan di setiap ruangan. Pencahayaan yang baik dapat meningkatkan kenyamanan visual, menciptakan suasana yang menyenangkan, dan memberikan kontribusi positif terhadap kepuasan tamu (Kinsky & Zael, 2024). Kualitas layanan hotel, termasuk aspek kenyamanan visual dan pencahayaan,

memiliki hubungan signifikan dengan tingkat kepuasan tamu dan review positif (Pramudito et al., 2025). Selain itu, peningkatan kesadaran terhadap keberlanjutan lingkungan dan efisiensi operasional menjadikan efisiensi energi dalam sistem pencahayaan sebagai aspek yang semakin penting.



Gambar 1. Kamar Deluxe Hotel Artotel saat dalam pembangunan.

(Sumber: Dokumen Penulis, 2025)

Kamar Deluxe Hotel Artotel Magelang menghadapi sejumlah tantangan signifikan terkait pencahayaan. Meskipun kamar ini dilengkapi dengan bukaan jendela yang memungkinkan masuknya cahaya alami, distribusi cahaya di dalam ruang belum merata dan cenderung tidak optimal. Area yang berada dekat dengan jendela menerima intensitas cahaya alami yang sangat tinggi, mencapai sekitar 850-925 lux pada siang hari. Kondisi tersebut menimbulkan intensitas cahaya berlebihan yang signifikan, sehingga menyebabkan ketidaknyamanan visual bagi tamu. Sementara itu, area tengah dan sudut kamar terlihat jauh lebih gelap dengan intensitas cahaya hanya sekitar 200-310 lux. Perbedaan kontras yang ekstrem ini (4-5 kali lipat) menciptakan pencahayaan yang buruk, mempengaruhi kualitas visual dan kenyamanan ruangan (Oktaviani et al., 2022).

Ketidakteraturan distribusi cahaya alami menyebabkan kamar tetap memerlukan pencahayaan buatan sepanjang hari, bahkan ketika cahaya alami tersedia dalam jumlah yang cukup. Kondisi ini mengakibatkan konsumsi energi yang berlebihan dan menurunkan efisiensi energi. Selain itu, sistem kontrol pencahayaan yang digunakan saat ini masih bersifat manual, sehingga tamu harus secara aktif membuka atau menutup tirai untuk menyesuaikan cahaya yang masuk. Sistem tersebut belum responsif terhadap perubahan cahaya alami sepanjang hari dan belum mempertimbangkan preferensi tamu dalam mencapai kenyamanan optimal (Joko Priono, 2024). Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada proses otomatisasi sistem tirai yang sebelumnya dikendalikan secara manual guna meningkatkan kenyamanan visual dan efisiensi energi ruang. Intensitas cahaya berlebihan yang berasal dari jendela juga mengganggu aktivitas menonton televisi dikarenakan televisi terletak diantara jendela, serta berpotensi menyebabkan kelelahan mata (*eye strain*) apabila tamu berada pada posisi yang menghadap langsung ke sumber cahaya. Kondisi ini menunjukkan perlunya penerapan sistem pengendalian pencahayaan yang mampu mengatur cahaya masuk secara adaptif dan responsif terhadap perubahan kondisi pencahayaan eksternal.

Sistem tirai otomatis yang dikendalikan oleh sensor cahaya memberikan pendekatan baru untuk mengatur pencahayaan alami dengan cara yang menyesuaikan tanpa perlu campur tangan manusia. Dengan adanya sensor cahaya yang terus menerus mengukur kekuatan cahaya yang masuk ke dalam ruangan, sistem ini dapat mengelola pembukaan dan penutupan tirai secara otomatis untuk memastikan pencahayaan tetap ideal. Tirai akan terbuka saat cahaya alami cukup memenuhi kebutuhan penerangan dan akan tertutup secara otomatis ketika cahaya terlalu banyak untuk menghindari intensitas cahaya berlebihan. Dengan cara ini, pengguna tidak perlu lagi melakukan penyesuaian manual pada tirai, sehingga mempertinggi tingkat kemudahan dan kenyamanan bagi pengguna.

Sensor Passive Infrared (PIR) merupakan komponen yang berperan penting dalam meningkatkan responsivitas sistem terhadap keberadaan pengguna. Sensor PIR bekerja dengan mendeteksi perubahan radiasi inframerah yang dipancarkan oleh tubuh manusia, sehingga memungkinkan sistem menyesuaikan posisi tirai tidak hanya berdasarkan intensitas cahaya tetapi juga keberadaan pengguna di dalam ruangan. Integrasi sensor PIR memungkinkan sistem untuk beroperasi lebih cerdas, dengan menutup tirai secara otomatis ketika terdapat pengguna dan intensitas cahaya berlebihan, serta membuka tirai ketika ruang tidak digunakan untuk memaksimalkan pemanfaatan cahaya alami.



Gambar 2. Arduino Uno R3
(Sumber: Sa'adah, 2021)

Platform Arduino Uno R3 dipilih sebagai mikrokontroler utama karena keunggulannya dalam kemudahan pemrograman, kompatibilitas dengan berbagai jenis sensor

(cahaya dan PIR) biaya yang terjangkau, serta dukungan komunitas yang luas. Arduino Uno R3 memungkinkan integrasi *seamless* antara sensor cahaya dan sensor PIR, sehingga sistem dapat mengambil keputusan kontrol yang lebih kompleks dan adaptif. Sistem Arduino dapat diimplementasikan secara praktis dan efektif di lingkungan komersial (Putra Ade, 2023). Kombinasi Arduino dengan sensor PIR menghasilkan sistem yang responsif terhadap aktivitas pengguna, menjadikan platform ini solusi yang layak, terjangkau, dan praktis untuk implementasi di hotel modern.

TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Otomatis Tirai dalam Bangunan Modern

Tirai otomatis telah menjadi komponen penting dalam sistem kontrol pencahayaan holistik di bangunan modern. Pengembangan prototype sistem buka-tutup tirai berbasis mikrokontroler Arduino Uno yang mampu mengoptimalkan distribusi cahaya dalam ruangan (Fitriyah et al., 2024). Implementasi sistem kontrol tirai berbasis Arduino Uno R3 juga menunjukkan penerapan teknologi otomatis yang efektif dalam pengendalian bukaan ruangan (Putra Ade, 2023). Selain itu, pengembangan *prototype* kontrol tirai otomatis melalui platform telegram berbasis Arduino Uno R3 membuktikan fleksibilitas sistem otomatis tirai dalam integrasi lintas perangkat dan platform kontrol (Yapari & Sigit Rahmawati, 2021).

Sensor Cahaya dan Deteksi Intensitas Iluminasi

Sensor cahaya (light sensor/lux sensor) merupakan perangkat yang dapat mengukur intensitas cahaya dalam satuan lux. Teknologi ini telah terbukti efektif dalam mendukung strategi pencahayaan adaptif. Integrasi sensor PIR dalam sistem otomatis tirai berbasis Arduino, menunjukkan bahwa kombinasi sensor dapat menghasilkan sistem kontrol yang lebih responsif terhadap kondisi ruangan (Sa'adah, 2021).

Sensor cahaya bekerja dengan mengonversi intensitas cahaya menjadi sinyal elektrik yang dapat dibaca oleh

mikrokontroler. Melalui sensor ini, sistem mampu memantau kondisi pencahayaan ruangan secara *real-time* dan melakukan penyesuaian otomatis terhadap posisi tirai untuk mencapai tingkat iluminasi yang optimal.

Kualitas Pencahayaan dalam Kamar Hotel

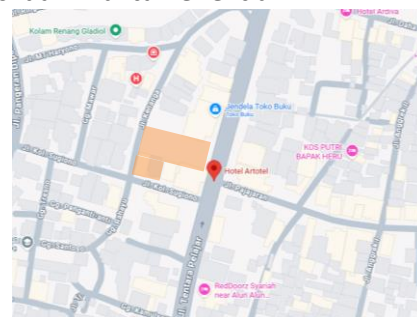
Penelitian mengenai optimasi pencahayaan buatan pada interior kamar hotel menunjukkan bahwa kualitas pencahayaan memiliki pengaruh langsung terhadap tingkat kepuasan tamu, terutama melalui pemilihan tingkat iluminasi yang tepat dan distribusi cahaya yang merata untuk menciptakan suasana ruangan yang nyaman (Arum & Pratiwi, 2023).

Standar Nasional Pencahayaan Efisien

Indonesia telah menetapkan standar nasional yang mengatur penghematan energi pada sistem pencahayaan melalui SNI 6197:2020. Standar ini menekankan pentingnya penerapan sistem kontrol pencahayaan otomatis, termasuk penggunaan sensor untuk mendeteksi kehadiran penghuni serta pemanfaatan cahaya alami secara maksimal. SNI 6197:2020 memberikan panduan teknis dalam perancangan sistem pencahayaan yang hemat energi.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian



Gambar 3. Lokasi Bangunan Hotel Artotel (Sumber: Google maps Hotel Artotel, 2025)

Penelitian ini dilaksanakan mulai 14 Oktober hingga 15 November 2025 di hotel Artotel yang masih dalam tahap pembangunan, berlokasi Kemirirejo, Kec. Magelang Tengah, Kota Magelang, Jawa

Tengah 56122. Penelitian ini difokuskan pada Kamar Deluxe, yang merupakan tipe kamar standar menengah di antara tiga tipe utama hotel yaitu twin, deluxe dan presidential.

Penelitian menggunakan metode kuantitatif deskriptif dengan pendekatan simulasi dan gambar denah Kamar Deluxe. Metode ini digunakan untuk memperoleh data numerik mengenai intensitas cahaya (*lux*) dan distribusi pencahayaan pada berbagai zona Kamar Deluxe, baik pada kondisi existing maupun dengan konsep sistem otomatis tirai berbasis sensor cahaya.

Pengukuran intensitas cahaya dilakukan menggunakan lux meter digital pada tiga zona utama yaitu dekat jendela, tengah ruangan dan kamar mandi. Strategi pengukuran ini signifikan untuk mengidentifikasi perubahan intensitas cahaya yang dinamis serta potensi terjadinya intensitas cahaya berlebihan dan kekurangan cahaya pada waktu tertentu.

Analisis visual pencahayaan menggunakan software DIALux Evo yang menghasilkan distribusi pencahayaan alami dan buatan. Simulasi ini berperan penting dalam mengidentifikasi area dengan intensitas cahaya berlebihan, area gelap dan serta ketidakmerataan distribusi cahaya secara spasial, sehingga mendukung validasi data pengukuran lapangan. Dialux Evo dipilih karena mampu mensimulasikan distribusi pencahayaan alami dan buatan secara akurat serta umum digunakan dalam evaluasi pencahayaan bangunan sesuai standar internasional.

Simulasi Dialux Evo dimanfaatkan untuk menentukan batas iluminansi ideal (*set-point*) sesuai standar SNI 6197:2020, yang merekomendasikan tingkat pencahayaan sebesar 150-200 lux untuk kamar tidur. Nilai *set-point* ini digunakan sebagai parameter kendali dalam pemrograman Arduino, yang menentukan kondisi kapan tirai harus menutup atau terbuka secara otomatis berdasarkan intensitas cahaya yang terdeteksi sensor. Tingkat ketidakmerataan pencahayaan dianalisis dengan menghitung rasio intensitas cahaya antara zona, sehingga diperoleh gambar kuantitatif mengenai kualitas pencahayaan ruang. Selain itu, studi literatur dilakukan untuk memperkuat landasan teoritis

terkait sistem otomatis tirai, sensor cahaya, Arduino Uno R3, dan standar pencahayaan nasional.

Identifikasi Masalah dan Desain Konsep Sistem

Berdasarkan hasil analisis data pengukuran mengidentifikasi 3 masalah utama pada sistem pencahayaan Kamar Deluxe, yaitu:

- Distribusi cahaya yang tidak merata dengan dengan rasio kontras yang tinggi antar zona.
- intensitas cahaya berlebihan di area dekat jendela yang berpotensi menimbulkan intensitas cahaya berlebihan dan ketidaknyamanan visual.
- Sistem kontrol tirai yang masih manual, sehingga tidak responsif terhadap perubahan intensitas cahaya alami sepanjang hari.

Permasalahan tersebut menunjukkan perlunya sistem pengendalian pencahayaan yang adaptif dan responsif. Oleh karena itu, dirancang konsep sistem otomatis tirai berbasis sensor cahaya dengan komponen utama berupa :

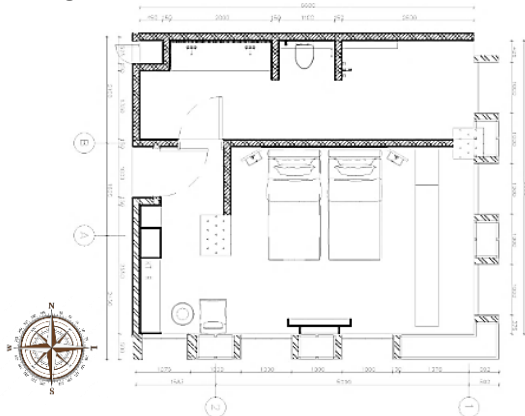
- Sensor cahaya untuk mengukur intensitas iluminasi *real-time*
- Sensor PIR untuk mendeteksi kehadiran pengguna
- Arduino Uno R3 sebagai unit kontrol
- Motor penggerak tirai

Secara operasional, sensor cahaya membaca intensitas cahaya secara *real-time* ketika intensitas <150 lux sistem membuka tirai untuk memaksimalkan cahaya alami, ketika intensitas >200 lux sistem menutup tirai untuk mencegah intensitas cahaya berlebihan, sensor PIR menyesuaikan kontrol berdasarkan kehadiran pengguna dan posisi tirai disesuaikan secara bertahap untuk mencapai iluminasi optimal (150-200 lux) sesuai SNI 6197:2020.

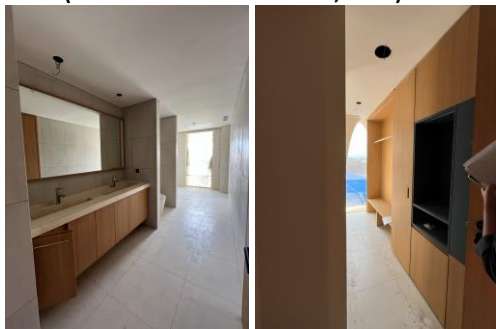
Target sistem adalah mencapai distribusi cahaya merata dengan rasio kontras, mengurangi intensitas cahaya berlebihan di area dekat jendela, menurunkan konsumsi energi pencahayaan buatan dan meningkatkan kenyamanan visual tamu.

HASIL PENELITIAN

Pengukuran intensitas cahaya pada kondisi existing Kamar Deluxe Hotel Artotel Magelang menunjukkan variasi signifikan antara zona dan waktu pengukuran. Kamar Deluxe memiliki bukaan jendela dengan lebar 1-3,2 meter dan tinggi 2,8 meter yang dilengkapi tirai berwarna krem. Meskipun memiliki bukaan jendela yang cukup besar, distribusi cahaya dalam ruangan sangat tidak merata.



Gambar 4. Denah Kamar Deluxe Hotel Artotel (Sumber: Dokumen Penulis, 2025)



Gambar 5. Kondisi Eksisting Kamar Deluxe Hotel Artotel (Sumber: Dokumen Penulis, 2025)

Pengukuran dilakukan pada tiga zona Kamar Deluxe sebagaimana ditunjukkan pada denah di atas, yaitu zona dekat jendela (area yang terkena cahaya langsung), zona tengah ruangan (area transisi) dan zona kamar mandi (area jauh dari jendela).

Tabel 1. Data Pengukuran Intensitas Cahaya Kondisi Existing

Waktu	Zona Dekat Jendela	Zona Ruang Tengah	Zona Kamar Mandi	Rasio Kontras
09.30 WIB	850	280	120	5,67x
12.00 WIB	925	310	180	5,14x
15.00 WIB	650	200	100	6,50x
Rata-rata	850	280	120	5,77x

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa seluruh zona yang berada di dekat jendela memiliki tingkat iluminasi yang melebihi standar SNI 6197:2020, yang merekomendasikan nilai 150-200 lux untuk kamar tidur hotel. Intensitas cahaya pada zona kamar tercatat mencapai sekitar 4-5 kali lipat di atas nilai standar. Di sisi lain, zona tengah ruangan berada di atas standar pada pagi dan siang hari, sedangkan zona kamar mandi secara konsisten berada pada batas standar atau sedikit di bawahnya. Ketidakmerataan distribusi cahaya yang ekstrem ini menciptakan ketidaknyamanan visual yang signifikan, terutama karena tirai dua lapis yang digunakan (lapisan pertama tipis berwarna putih dan lapisan kedua tebal berwarna krem) belum mampu mengontrol intensitas cahaya masuk secara optimal.

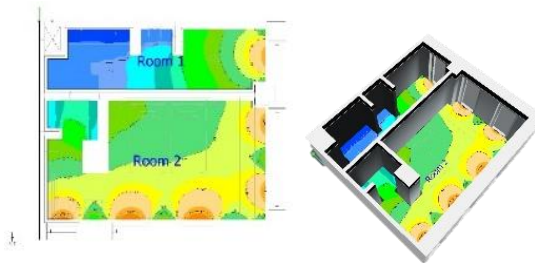


Gambar 7. Tirai Kamar Deluxe Hotel Artotel (Sumber: Dokumen Penulis, 2025)

Tirai yang terpasang pada Kamar Deluxe menunjukkan keterbatasan signifikan dalam mengontrol cahaya alami. Data pengukuran menunjukkan bahwa intensitas cahaya di zona dekat jendela berkisar antara 650-925 lux, dengan puncak tertinggi pada pukul 12.00 WIB mencapai 950 lux. Sistem kontrol yang sepenuhnya manual menyebabkan efektivitas tirai bergantung pada inisiatif tamu untuk membuka atau menutupnya, sehingga tirai seringkali berada dalam posisi tidak optimal sepanjang hari.

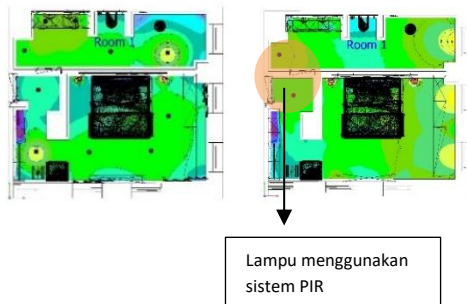
Tabel 2. Analisis Efektivitas Tirai Eksisting dalam Berbagai Posisi

Kondisi Tirai	Tirai Terbuka Penuh	Tirai Setengah Tertutup	Tirai Tertutup penuh
Lux	850-920	400-500	50-80
Kondisi Visual	intensitas cahaya berlebihan	Redup Optimal	Gelap berlebihan
kenyamanan	Buruk	Baik	Buruk



Gambar 6. Analisis DIALux Evo Kamar Deluxe Hotel Artotel
(Sumber: Dokumen Penulis, 2025)

Analisis visual pencahayaan menggunakan software DIALux Evo menghasilkan peta distribusi pencahayaan yang menunjukkan pola ketidakmerataan yang jelas. Visualisasi kondisi existing menampilkan area terang berlebihan di sekitar zona jendela (ditandai warna kuning terang hingga orange), area transisi berada di zona tengah dan area gelap berada disudut kamar serta zona kamar mandi (ditandai warna biru hingga cyan). Peta distribusi ini mengkonfirmasi temuan pengukuran lux meter dan memberikan gambaran visual yang jelas tentang penyebaran cahaya dalam ruangan.



Gambar 7. Analisis DIALux Evo Tirai Tutup dan Terbuka Kamar Deluxe Hotel Artotel.
(Sumber: Dokumen Penulis, 2025)

Hasil simulasi distribusi pencahayaan pada Kamar Deluxe Hotel Artotel Magelang menggunakan Dialux Evo dalam 2 kondisi, yaitu kondisi siang hari dengan sistem tirai otomatis (gambar sebelah kiri) dan kondisi sore hari dengan tirai terbuka otomatis serta menggunakan pencahayaan buatan berbasis sensor PIR (gambar sebelah kanan). Pada kondisi siang hari, penerapan sistem tirai yang menutup secara bertahap menyebabkan penurunan intensitas cahaya di area dekat jendela sehingga distribusi cahaya dalam ruang menjadi lebih terkendali dan mengurangi

intensitas cahaya berlebihan. Pada kondisi sore hari, tirai terbuka secara otomatis akan tetapi cahaya alami tidak menjangkau seluruh area ruang sehingga pencahayaan buatan dengan sistem PIR digunakan untuk mempertahankan tingkat pencahayaan ruangan. Perbandingan tersebut menunjukkan bahwa pengaturan tirai dan pencahayaan buatan memengaruhi pola sebaran cahaya dan tingkat iluminasi ruang serta mendukung kenyamanan visual pengguna.

Identifikasi Masalah Utama

Berdasarkan analisis data pengukuran dan visualisasi DIALux Evo, penelitian mengidentifikasi tiga masalah utama pada sistem pencahayaan Kamar Deluxe:

Tabel 3. Identifikasi Masalah Utama Sistem Pencahayaan Kamar Deluxe

Masalah Utama	Deskripsi	Dampak
Distribusi Cahaya Tidak Merata	Rasio kontras antara zona dekat jendela dan zona tengah ruangan mencapai 5-5,6 kali lipat jauh melampaui standar kualitas pencahayaan yang baik (idealnya 1-3 kali lipat)	Transisi cahaya yang tajam dan ketidaknyamanan mata serta area gelap mengganggu aktivitas
intensitas cahaya berlebihan di Area Dekat Jendela	Intensitas cahaya di zona dekat jendela mencapai 850-925 lux yaitu 4-5 kali standar yang direkomendasi (150-200 lux)	Mengganggu aktivitas menonton TV dan menyebabkan <i>eye strain</i> serta sakit kepala
Sistem Kontrol Manual Tidak Responsif	Tirai dioperasikan sepenuhnya manual dan tidak responsif terhadap perubahan kondisi cahaya alami sepanjang hari	Tamu harus secara aktif menyesuaikan tanpa otomatis sehingga menyebabkan <i>inefisiensi</i> energi

Desain Konsep Sistem Otomatis Tirai Berbasis Sensor Cahaya

Berdasarkan identifikasi masalah desain konsep sistem otomatis tirai mencakup komponen komponen teknis berikut:

Tabel 4. Spesifikasi Teknis Komponen Sistem Otomatis Tirai

Komponen Sistem	Spesifikasi Teknis	Fungsi
Sensor Cahaya	Range 0-20.000 lux dan output analog	Mengukur intensitas cahaya <i>real-time</i>
Sensor PIR	Range deteksi 5-8 meter dan output digital	Mendeteksi kehadiran pengguna dalam ruangan
Mikrokontroler	Arduino Uno R3 14 I/O pins	Unit pemrosesan dan kontrol keputusan
Motor Penggerak	Motor DC 12V	<i>Switching</i> daya motor
Relay Module	12V DC 2A	Catu daya sistem
Power Supply		

Logika Operasi Sistem:

Sistem beroperasi dengan logika kontrol bertingkat yang dirancang untuk menjaga iluminasi optimal dengan mempertimbangkan kehadiran pengguna. Logika operasi dapat dijelaskan sebagai berikut:

Tabel 5. Logika Operasi Sistem Otomatis Tirai

Kondisi Input	Intensitas Cahaya	Status PIR	Aksi Sistem	Output
Cahaya Kurang	<150	Tidak/Ada	Buka tirai krem sepenuhnya	150-200
Cahaya Optimal	150-200	Tidak/Ada	Pertahankan posisi tirai	150-200
Cahaya Berlebih an	>200	Ada	Tutup Tirai krem secara bertahap	150-200
Cahaya Berlebih an Ruang Kosong	>200	Tidak	Tutup tirai krem	<100
	<150	Tidak	Buka Tirai krem penuh (maksimal kan cahaya alami)	Max

Ketika sensor cahaya membaca intensitas cahaya kurang dari 150 lux Arduino Uno R3 mengaktifkan motor untuk membuka tirai secara penuh guna memaksimalkan pemanfaatan cahaya alami. Ketika intensitas cahaya berada dalam range 150-200 lux (SNI, 2020) sistem mempertahankan posisi tirai untuk menjaga iluminasi optimal. Ketika intensitas cahaya melebihi 200 lux dan sensor PIR mendeteksi pengguna Arduino Uno R3 secara bertahap menutup tirai untuk mengurangi cahaya masuk dan mencegah intensitas cahaya berlebihan. Ketika intensitas cahaya berlebihan tetapi tidak ada pengguna terdeteksi (ruangan kosong) sistem menutup tirai sepenuhnya untuk melindungi interior dari sinar matahari berlebihan sambil meminimalkan kebutuhan pencahayaan buatan.

Target Pencapaian Sistem

Target penelitian menetapkan pencapaian sistem otomatis tirai berbasis sensor cahaya sebagai berikut:

Tabel 6. Target Pencapaian Sistem

Target Pencapaian	Kondisi Existing	Setelah Implementasi	Peningkatan
Rasio Kontras Distribusi Cahaya	5,45x	2-3x	Meningkat 45-63%
Intensitas Zona Dekat Jendela	850	150-200	Menurun 75-82%
Intensitas Zona Tengah	283	150-200	Stabil di range optimal
Jumlah Zona dengan Iluminasi Optimal Tingkat Intensitas Cahaya Berlebihan di Zona Jendela	1 dari 3	3 dari 3 (100%)	Meningkat 200%
	Tinggi (<i>glare</i>)	Minimal	Eliminasi 80%

PEMBAHASAN

Analisis Penyebab Ketidakmerataan Distribusi Cahaya

Ketidakmerataan distribusi cahaya pada Kamar Deluxe Hotel Artotel Magelang disebabkan oleh beberapa faktor desain dan orientasi ruangan. Lokasi jendela dengan ukuran lebar 1-3,2 meter dan tinggi 2,8 meter yang berada pada satu sisi ruangan (orientasi

timur) menyebabkan cahaya alami hanya masuk dari satu arah, menciptakan pola pencahayaan yang tidak merata. Meskipun bukaan jendela cukup besar, jangkauan cahaya tidak efektif dalam menjangkau area interior yang jauh dari jendela.

Ketiadaan elemen desain interior yang dapat membantu mendifusi cahaya (seperti partisi transparan atau material reflektif strategis) memperkuat ketidakmerataan ini. Tirai dua lapis yang ada (putih tipis dan krem tebal) dirancang untuk estetika dan privasi, bukan untuk kontrol cahaya yang optimal. Tirai putih tipis berfungsi sebagai diffuser tetapi tidak mengurangi intensitas, sementara tirai krem tebal dapat mengurangi cahaya tetapi hanya dalam kondisi tertutup sepenuhnya, tidak ada gradasi kontrol.

Dimensi ruangan yang relatif luas dibandingkan ukuran jendela menyebabkan cahaya alami tidak dapat menjangkau seluruh area ruangan secara efektif, terutama area sudut dan kamar mandi yang jauh dari sumber cahaya (berjarak lebih dari 5 meter dari jendela).

Implikasi Masalah Terhadap Kenyamanan dan Efisiensi Energi

Ketiga masalah utama yang teridentifikasi memiliki implikasi langsung terhadap kenyamanan tamu dan efisiensi operasional hotel. Intensitas cahaya berlebihan di area dekat jendela (850-925 lux) tidak hanya menciptakan ketidaknyamanan visual tetapi juga dapat menyebabkan *eye strain* dan sakit kepala, terutama ketika tamu melakukan aktivitas menonton TV atau menggunakan laptop. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kualitas layanan hotel, termasuk aspek kenyamanan visual, memiliki hubungan signifikan dengan tingkat kepuasan tamu dan review positif (Pramudito dkk., 2025).

Distribusi cahaya yang tidak merata (rasio 5,45x) dengan area gelap di zona tengah dan kamar mandi menyebabkan tamu harus menyesuaikan posisi duduk atau aktivitas mereka untuk menghindari area yang terlalu terang atau terlalu gelap, mengurangi fleksibilitas penggunaan ruangan.

Ketidaknyamanan visual ini secara langsung mengurangi pengalaman dan kepuasan tamu.

Dari perspektif efisiensi energi, ketidakmerataan distribusi cahaya memaksa hotel untuk tetap menggunakan pencahayaan buatan sepanjang hari, bahkan ketika cahaya alami sudah tersedia di sebagian area ruangan (zona dekat jendela). Sistem kontrol manual yang tidak responsif menyebabkan hotel tidak dapat mengoptimalkan penggunaan cahaya alami. Tirai sering dalam posisi terbuka untuk mengakses cahaya, mengakibatkan intensitas cahaya berlebihan dan kebutuhan untuk menggunakan pencahayaan buatan untuk area lain, menciptakan inefisiensi energi.

Keunggulan Sistem Otomatis Tirai Berbasis Sensor Cahaya

Sistem otomatis tirai berbasis sensor cahaya menunjukkan keunggulan dibandingkan sistem manual dalam pengendalian pencahayaan ruangan. Sistem ini mampu menyesuaikan posisi tirai secara *real-time* berdasarkan intensitas cahaya alami yang terdeteksi oleh sensor, sehingga tingkat iluminasi ruangan tetap berada pada rentang optimal 150-200 lux sesuai SNI 6197:2020. Sistem manual tidak mampu mencapai responsivitas tersebut karena bergantung pada intervensi pengguna.

Integrasi sensor *Passive Infrared* (PIR) memungkinkan sistem mengatur strategi kontrol berdasarkan keberadaan pengguna. Ketika ruangan kosong, sistem membuka tirai untuk memaksimalkan pemanfaatan cahaya alami. Sebaliknya, saat pengguna terdeteksi sistem menyesuaikan posisi tirai secara bertahap guna menjaga kenyamanan visual dan mengurangi potensi intensitas cahaya berlebihan. Penerapan otomatis juga menghilangkan kebutuhan pengaturan manual oleh pengguna, sehingga meningkatkan kenyamanan.

Pertimbangan Desain Mekanik untuk Sistem Tirai Otomatis

Desain sistem otomatis tirai dirancang dengan fokus pada mekanisme kontrol yang dapat melakukan penyesuaian bertahap terhadap posisi tirai. Motor penggerak dipilih dengan spesifikasi yang memastikan kecepatan

gerak terkontrol, *torque* cukup untuk menggerakkan tirai tanpa slip dan responsivitas cepat untuk operasi adaptif. Mekanisme ini memungkinkan tirai untuk berada dalam berbagai posisi *intermediate* antara terbuka penuh dan tertutup penuh sehingga dapat mencapai range iluminasi optimal 150-200 lux yang tidak dapat dicapai dengan sistem manual.

Feasibility Implementasi Menggunakan Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 sebagai unit kontrol sistem sangat relevan dan *feasible* untuk implementasi di lingkungan hotel. Platform ini memiliki kemampuan mengintegrasikan multiple sensor input (sensor cahaya analog A0-A5 dan sensor PIR digital D2-D13) dan mengontrol output motor melalui relay module dengan mudah. Arduino Uno R3 memiliki dokumentasi teknis luas dan komunitas pengembangan aktif serta biaya terjangkau (sekitar Rp 100.000 – 150.000) sehingga menjadikannya solusi praktis untuk implementasi di properti hotel dengan anggaran terbatas.

Penelitian terdahulu oleh menunjukkan bahwa Arduino Uno R3 dapat diimplementasikan secara efektif untuk kontrol tirai dalam lingkungan komersial dengan *reliability* dan responsivitas memadai untuk operasi sepanjang hari. Platform ini juga memungkinkan pengembangan sistem yang dapat diintegrasikan dengan sistem manajemen hotel lebih besar di masa depan sehingga memberikan skalabilitas untuk implementasi di kamar-kamar lainnya atau integrasi dengan *smart building systems*.

Proyeksi Dampak Sistem Terhadap Efisiensi Energi dan Kepuasan Tamu

Implementasi sistem otomatis tirai berbasis sensor cahaya diproyeksikan dapat menurunkan konsumsi energi pencahayaan Kamar Deluxe secara signifikan. Dengan sistem yang dapat mengoptimalkan pemanfaatan cahaya alami secara *real-time* dan kemampuan membuka tirai sepenuhnya ketika ruangan kosong (tidak ada pengguna) sistem dapat mengurangi penggunaan pencahayaan buatan

hingga 30-40% pada jam-jam siang hari (06.00-15.00).

Pada Kamar Deluxe dengan rata-rata *occupancy rate* 70% dan jam operasi pencahayaan buatan 12 jam/hari penghematan ini menghasilkan pengurangan biaya operasional pencahayaan sekitar Rp 500.000-750.000 per kamar per tahun. Pada level properti hotel dengan 20 Kamar Deluxe penghematan energi ini menghasilkan pengurangan biaya operasional substansial Rp 10-15 juta/tahun dan berkontribusi pada target keberlanjutan lingkungan hotel.

Pertimbangan Implementasi Teknis dan Operasional

Implementasi sistem otomatis tirai memerlukan pertimbangan teknis dan operasional yang matang. Dari aspek teknis kalibrasi sensor cahaya yang akurat memastikan *threshold* intensitas cahaya (150 lux dan 200 lux) dapat diatur dengan presisi. Sensor harus ditempatkan di area representatif dalam ruangan (misalnya meja kerja atau area duduk utama) untuk memastikan pembacaan akurat terhadap kondisi pencahayaan yang dirasakan tamu.

Mekanisme motor penggerak tirai harus dipilih dengan cermat untuk memastikan *durability* (tahan lama untuk operasi berulang) dan ketenangan operasi (minimal *noise* untuk kenyamanan tamu) serta responsivitas cepat (minimal 30 detik untuk perubahan posisi tirai). Motor dengan *gearbox* memastikan kecepatan gerak terkontrol dan *torque* cukup untuk menggerakkan tirai tanpa slip.

Dari aspek operasional staf hotel perlu dilatih tentang cara mengoperasikan dan melakukan *maintenance* sistem. Training harus mencakup pengetahuan tentang sensor dan Arduino Uno R3 serta motor dan *protocol troubleshooting* dasar. Sistem juga perlu dilengkapi dengan *interface* kontrol manual (tombol *push-button* di aplikasi mobile) yang memungkinkan tamu untuk *override* kontrol otomatis jika diperlukan (misalnya ketika ingin melihat *sunset*) sehingga memberikan fleksibilitas dan kontrol kepada tamu sambil mempertahankan *benefit* otomatis.

KESIMPULAN

Penelitian ini mengidentifikasi permasalahan pencahayaan signifikan pada Kamar Deluxe Hotel Artotel Magelang, ditandai dengan ketidakmerataan distribusi cahaya yang tinggi (rasio kontras rata-rata 5,77 kali) serta intensitas cahaya berlebihan di area dekat jendela yang melampaui standar iluminasi 150-200 lux sesuai SNI 6197:2020. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa elemen fasad berupa bukaan jendela dan tirai konvensional belum mampu memicu ketidaknyamanan visual dan inefisiensi energi.

Sebagai solusi, penelitian ini mengusulkan sistem otomatis tirai berbasis sensor cahaya yang terintegrasi dengan sensor PIR mikrokontroler Arduino Uno R3. Sistem mampu mengatur posisi tirai secara adaptif dan *real-time* untuk mempertahankan tingkat iluminasi optimal serta menyesuaikan kondisi berdasarkan keberadaan pengguna.

Hasil analisis dan simulasi menunjukkan bahwa penerapan sistem ini berpotensi menurunkan rasio kontras pencahayaan menjadi 2-3 kali, yang mencerminkan peningkatan pemerataan distribusi cahaya dalam Kamar Deluxe. Selain itu, Sistem diproyeksikan mampu mengurangi intensitas cahaya berlebihan hingga 75-82% serta menurunkan penggunaan pencahayaan buatan sebesar 30-40% pada siang hari. Capaian ini menegaskan peran sistem otomatis tirai sebagai mekanisme pengendalian fasad adaptif yang efektif dalam mengelola interaksi antara cahaya alami dan ruang interior.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa sistem otomatis tirai tidak hanya berfungsi sebagai solusi teknis pengendalian pencahayaan, tetapi juga dapat dipahami sebagai implementasi awal konsep *adaptive façade* pada bangunan hotel.

DAFTAR PUSTAKA

Arum, S., & Pratiwi, N. (2023). Optimizing Artificial Lighting In Hotel Room Interiors. *Journal Of Building Architecture*, 1(1), 1–5. <https://doi.org/10.56190/jba.v1i1.3>

- Fitriyah, L., Ghofur, A., & Lazim, D. F. (2024). *Rancang Bangun Prototype Sistem Buka Tutup Gorden Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno* (Vol. 3, Issue 1). <https://prosiding.pnj.ac.id/index.php/sni-v/article/view/2304>
- Joko Priono. (2024). Standar Pencahayaan di tempat Kerja. *HSEpedia*.
- Kinsky, G. A., & Zael, B. A. R. R. (2024). Penerapan Pencahayaan Interior pada Hotel Puri Manganti Sesko TNI Bandung. *DIVAGATRA - Jurnal Penelitian Mahasiswa Desain*, 4(2), 204–216. <https://doi.org/10.34010/divagatra.v4i2.13723>
- Oktaviani, A., Fatdil, H. I., & Kasman. (2022). *Analisis pencahayaan, penghawaan, dan akustik di apartemen*. 6(1).
- Pramudito, Faiza Rachim, Mochamad Achmadi, Linda Desafitri Ratu Bilqis, & Braja Eka Sukma. (2025). Pengaruh Kualitas Pelayanan Terhadap Kepuasan Tamu di Hotel Horison Bandar Lampung. *Journal of Hospitality Accommodation Management (JHAM)*, 4(1), 83–93. <https://doi.org/10.52352/jham.v4i1.1822>
- Putra Ade, D. (2023). *Sistem Kontrol Tirai Dan Pengaman Jendela Berbasis Arduino UNO R3*.
- Sa'adah, U. (2021). *laporan_umi sa'adah_18040062*.
- SNI. (2020). *Standar Nasional Indonesia Konservasi energi pada sistem pencahayaan*. www.bsn.go.id
- Yapari, D., & Sigit Rahmawati, M. (2021). *Rancang Bangun Prototype Kontrol Gorden Otomatis Via Telegram Berbasis Arduino*. 6(2).