



RANCANGAN *SMART LIGHTING* DENGAN SENSOR CAHAYA DAN GERAK: PENGUJIAN DESAIN DI RUMAH TINGGAL

Joni Apriyanto¹, Chairul Gagarin Irianto², Ariman³, Muhammad Ikrar Yamin⁴

^{1,2} Magister Teknik Elektro FTI Universitas Trisakti, Jakarta

^{3,4} Prodi S1 Teknik Elektro FT Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta, Indonesia

email: joniapri01@gmail.com¹, chairul_irianto@trisakti.ac.id², ariman@istn.ac.id³, ikrar@istn.ac.id⁴

Informasi Artikel	ABSTRACT
<p>Riwayat artikel : Disubmit : 23 November 2024 Direvisi : 30 November 2024 Diterima : 1 Desember 2024 Dipublikasi : 20 Desember 2024</p>	<p><i>Electrical energy is a vital primary need in daily life, particularly for lighting purposes. Manual lighting systems, which rely on human intervention to switch lights on and off, often lead to energy wastage due to negligence, such as leaving lights on when no activity occurs. This study employs a method of designing and developing a smart lighting prototype IoT-based for residential areas in Bekasi, Indonesia. We designed the system to use a combination of light sensors for outdoor areas, motion sensors for indoor areas, and both for rooms that receive sunlight as a source of illumination. Testing was conducted on three types of rooms: outdoor areas (terraces) using light sensors as triggers, indoor areas without external lighting (bedrooms) using motion sensors to detect human presence, and indoor areas with additional natural lighting using a combination of light and motion sensors. The results demonstrate that the system can automatically control lights based on room conditions, thereby improving energy efficiency. In real-world applications, technical aspects such as sensor placement, relay connections to manual switches, wiring, power supply, and the placement of smart lighting devices must be considered to ensure optimal system performance tailored to user needs.</i></p>
<p>Keywords: <i>smart lighting, IoT, automatic electric lighting system, light sensor, motion sensor</i></p>	
<p>Kata Kunci: <i>Smart lighting, IoT, sistem penerangan listrik otomatis, Sensor Cahaya, Sensor Gerak</i></p>	<p>ABSTRAK</p> <p>Energi listrik merupakan kebutuhan primer yang vital dalam kehidupan sehari-hari, salah satunya untuk penerangan. Sistem penerangan manual yang mengharuskan manusia menyalakan dan mematikan lampu sering kali menyebabkan pemborosan listrik akibat kelalaian, seperti lampu yang dibiarkan menyala meski tidak ada aktivitas. Penelitian ini menggunakan metode perancangan dan pembuatan prototipe <i>smart lighting</i> berbasis IoT untuk kawasan perumahan di Bekasi, Indonesia. Sistem dirancang menggunakan kombinasi sensor cahaya untuk area outdoor dan sensor gerak untuk area indoor, serta kombinasi keduanya untuk ruangan yang memanfaatkan cahaya matahari. Pengujian dilakukan pada tiga jenis ruangan: area <i>outdoor</i> (teras) dengan sensor cahaya sebagai pemicu, area indoor tanpa pencahayaan luar (kamar tidur) dengan sensor gerak untuk mendeteksi keberadaan manusia, dan area indoor dengan pencahayaan tambahan dari luar. Hasil menunjukkan bahwa sistem mampu mengontrol lampu secara otomatis sesuai kondisi ruangan, sehingga meningkatkan efisiensi energi. Dalam penerapan dunia nyata, perlu diperhatikan aspek teknis seperti lokasi sensor, koneksi relai ke saklar manual, perkabelan, catu daya, dan penempatan alat <i>smart lighting</i> untuk memastikan sistem bekerja optimal sesuai kebutuhan pengguna.</p>





PENDAHULUAN

Energi dipakai untuk berbagai sektor kehidupan, salah satunya adalah untuk gedung. Gedung menggunakan energi untuk beberapa keperluan, seperti untuk penerangan, pengaturan suhu, alat angkut (lift dan eskalator), keperluan dapur dan lain sebagainya. Energi yang dipakai adalah energi listrik dan juga energi lain seperti energi gas. Pemakaian rata-rata tahunan energi listrik pada bangunan perkantoran adalah 15.9 KWh/foot². Persentase pemakaian energi untuk gedung dibandingkan total pemakaian energi di dunia ini mencapai lebih dari 40%. Gedung disini adalah gabungan untuk gedung tempat tinggal dan gedung komersial. Dengan banyaknya pemakaian energi di sektor bangunan pergedungan, maka dibutuhkan sistem yang baik untuk mengatur penggunaannya. Sistem yang mengatur manajemen gedung dikenal dengan BMS (Building Management Systems) (Minoli et al., 2017).

BMS diterapkan untuk bisa memonitor dan mengendalikan penggunaan energi dengan cara memonitor dan mengendalikan pemakaian peralatan listrik dan mekanik seefektif mungkin sehingga bisa terjadi efisiensi. BMS berkembang lebih cepat lagi setelah muncul Internet of Things (IoT). IoT ini ini muncul dari perkembangan dunia komputer dan informasi yang bergerak sangat pesat. Aplikasi komputer pada awalnya hanya berjalan di sistem standalone, kemudian aplikasi bisa berjalan di sistem desktop, selanjutnya aplikasi bisa berjalan di sistem web dan internet dan kemudian muncul big data dan terbaru munculah Internet of Things (IoT) (Yaqoob et al., 2016). Ketika teknologi IoT muncul banyak sistem yang berubah dan terjadi otomatisasi di banyak bidang, dan munculah banyak istilah “smart”, seperti smart city, smart streets, smart grid dan termasuk smart building. Smart building ini adalah kelanjutan dari BMS. Dengan sistem smart dan IoT ini maka pekerjaan monitoring dan pengendalian bisa dilakukan jarak jauh. Kitapun bisa merancang sistem informasi yang bertujuan monitoring obyek berupa sensor atau kendaraan atau lainnya dengan didukung teknologi tersebut (Sinaga et al., 2024).

Aplikasi smart building yang pasti dipakai adalah *smart lighting* karena semua bangunan pasti memakai alat penerangan. Dengan *smart lighting* maka monitoring dan pengendalian bisa dilakukan jarak jauh, penyalaan lampu bisa dilakukan otomatis, tingkat atau kadar pencahayaan juga bisa diatur dan menyesuaikan kebutuhan. Pada akhirnya dengan *smart lighting* kenyamanan orang bisa meningkat dan penghematan penggunaan energi penerangan bisa dilakukan.

Untuk menerapkan *smart lighting* dibutuhkan pengetahuan tentang elemen-elemen yang ada pada sistem IoT dan *smart lighting*. Pengetahuan tentang elemen ini penting agar sistem *smart lighting* bisa berfungsi dengan baik. Menurut China Communication Standards Association ada 3 struktur layer pada sistem IoT, yaitu (Barve, 2017):





1. Pertama adalah Layer sensing, yaitu layer yang dipakai untuk mengumpulkan berbagai data yang diinginkan.
2. Kedua adalah layer jaringan, yaitu layer yang dipakai untuk mengirim dan memproses data
3. Ketiga adalah layer aplikasi, yaitu layer yang dipakai untuk menyimpan, mengolah dan membuat keputusan.

Semua layer di atas berfungsi sama pentingnya. Jika salah satu layer tidak ada atau tidak berfungsi maka sistem IoT dan *Smart lighting* juga tidak berfungsi.

Penelitian mengenai *smart lighting* ini cukup banyak dilakukan. Diantaranya penelitian mengenai *smart lighting* dengan menggunakan sensor deteksi manusia atau sensor gerak sebagai masukan sistem *smart lighting* (Mohamed et al., 2020). Prototype yang dibuat menggunakan Arduino sebagai alat controllernya, sensor PIR sebagai masukan dan lampu LED sebagai keluaran dari sistem *smart lighting*. Untuk memonitor sistem *smart lighting* memakai LCD. Sistem kerja *smart lighting* yang dirancang adalah memasang dua buah sensor PIR pada pintu masuk dan pintu keluar masing-masing satu buah sensor. Fungsi sensor yang dipasang pada dua pintu yang berbeda ini adalah untuk menghitung jumlah orang yang berada suatu ruangan. Ketika ada orang yang masuk melalui pintu masuk maka sensor mendeteksi ada orang yang masuk dan sistem akan menambah hitungan orang yang berada di ruangan. Sebaliknya ketika ada orang yang terdeteksi bergerak atau keluar melalui pintu keluar maka sistem akan mengurangi jumlah orang yang berada di ruangan tersebut. Jumlah orang yang berada di ruangan tersebut akan menentukan jumlah lampu yang menyala. Jika jumlah counter menunjukkan NOL yang berarti tidak ada orang di ruangan tersebut maka semua lampu akan padam. Jika jumlah counter menunjukkan nilai yang lebih besar dari NOL, maka lampu akan menyala. Pada rancangan ini juga dibuat sistem jumlah lampu yang menyala akan disesuaikan dengan jumlah orang yang ada di ruangan tersebut, semakin banyak orang berada di suatu ruangan maka semakin banyak juga lampu yang menyala.

Melihat prototipe yang dibuat, maka menurut penulis sistem ini mampu membuat efisien penggunaan lampu, tetapi sistem ini tidak bisa diterapkan untuk ruangan skala rumah dan ruangan yang besar tapi pintunya hanya satu. Selain itu sistem ini akan berjalan baik jika sistem mampu mencegah orang bisa masuk dan keluar ruangan secara bersamaan, karena jika hal tersebut terjadi maka sistem hitung counter akan salah dan otomatis akan salah juga dalam keputusan menyalakan dan mematikan lampu.

Smart lighting juga dibahas oleh Shopan Dey dengan prototipe home automation-nya (Dey et al., 2016). Pada paper ini prototipe yang dibuat tidak hanya mengenai *smart lighting* tetapi lebih luas yaitu home automation dimana dilakukan juga monitor kondisi rumah lainnya seperti kondisi pintu apakah terbuka atau tertutup dengan menggunakan sensor limit switch mekanis. Kondisi suhu dan kelembaban





ruangan juga dimonitor menggunakan modul sensor suhu dan kelembaban. Selain itu sistem ini juga mengendalikan peralatan elektronik dengan melakukan kontrol terhadap board relay. Sensor gerak juga dipasang pada sistem ini untuk mendeteksi kehadiran orang. Untuk sistem *smart lighting* sistem kerjanya adalah membuat penyalan otomatis lampu taman menggunakan sensor cahaya. Prototipe yang dibuat menggunakan mikrokontroler raspberry pi sebagai controller utama. Sistem ini bisa dikendalikan jarak jauh melalui internet dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP, dimana untuk mengakses aplikasinya harus memasukkan user id dan password sebagai sistem sekuriti untuk mencegah orang yang tidak berhak mengaksesnya.

Sistem *smart lighting* juga bisa mengendalikan kecerahan cahaya lampu (Jeyasheeli & Selva, 2017). Lampu yang dipakai sistem ini adalah lampu LED, dimana sistem pengontrolan menggunakan sinyal Pulse Width Modulation (PWM). Cara kerja sistem ini adalah sensor LDR mengukur tingkat kecerahan suatu ruangan kemudian hasil pengukurannya dibandingkan dengan nilai NRB (Needed room brightness) yang hasilnya nanti akan dipakai untuk mengatur daya atau tegangan yang akan disalurkan ke lampu atau dengan kata lain memakai sistem kontrol daya dinamis. Dengan cara ini penghematan penggunaan energi listrik untuk penerangan bisa dioptimalkan. Menurut penulis sistem kontrol daya dinamis ini hanya menggunakan daya 41% dibandingkan sistem lampu statis.

Penggunaan LED pada *smart lighting* juga dibahas oleh Jorge Higuera (Higuera et al., 2018). Salah satu kelebihan LED adalah cahaya yang dikeluarkan bisa beraneka warna. LED juga bisa diatur tingkat kecerahannya dengan mengatur PWM. Ada banyak platform *smart lighting* menggunakan LED, seperti: Philips hue platform, Osram LIGHTIFY platform, LIFX platform, Belkin wemo, Cree connected LED bulbs, Flux smart LED bulbs, Digital lumens, Samsung smartThings, Gooee ecosystem, Ledmotive IoT platform.

Penggunaan sensor cahaya untuk penerangan otomatis juga dijelaskan oleh Vignesh Mani (Mani et al., 2017). Pada paper ini dibuat prototipe tentang sistem smart energy dimana yang dikontrol adalah lampu menggunakan sensor cahaya sebagai pemicunya dan mengontrol kipas hasil dari pembacaan kondisi suhu dan kelembaban. Selain itu, pada prototipe ini juga terdapat alat untuk monitoring penggunaan daya listrik, dimana Hall sensor dipakai sensor pembaca arus yang dipakai. Controller yang dipakai adalah Arduino Uno dan Raspberry pi, dimana Arduino Uno dipakai untuk memperoleh kondisi suhu, kelembaban dan intensitas cahaya. Adapun Raspberry dipakai untuk mengumpulkan data dari Arduino untuk menghitung daya listrik yang digunakan yang kemudian hasilnya berupa grafik yang bisa ditampilkan di web.

Smart lighting yang dibahas di atas terdiri dari tiga layer, yaitu layer sensing, layer jaringan dan layer aplikasi.





A. Layer Sensing

Layer pertama dari *smart lighting* adalah layer sensing. Layer ini kalau digambarkan dalam diagram proses masuk sebagai input. Input ini akan sangat menentukan keluaran dari suatu proses. Untuk pembahasan *Smart lighting*, input ini akan menentukan apakah sistem akan memerintahkan lampu untuk mati, menyala, atau menyala dengan kadar intensitas cahaya tertentu. Ada banyak pilihan sensor yang bisa digunakan yang tentu pemilihannya tergantung pada dimana *smart lighting* dipasang. Berikut adalah beberapa jenis sensor yang bisa dipakai pada *Smart lighting* (Dey et al., 2016).

1. Timer

Timer bisa dipakai sebagai input *smart lighting*, dimana pengaturan lampu mati, hidup sebagian atau hidup semua berdasarkan waktu. Contoh untuk sistem ini adalah pada bangunan komersil seperti perkantoran, khususnya di bagian indoor. Salah satu pengaturan bisa dilakukan seperti ini:

- Hari libur, semua lampu area kantor mati, kecuali ruang sekuriti.
- Hari kerja, mengikuti aturan sbb:
 - Jam non-kerja (sebelum jam 07.00) dan jam pulang kerja (setelah jam 20.00) lampu mati semua.
 - Jam kerja, yaitu jam 07.00 – 12.00 dan jam 13.00 – 17.00 semua lampu akan menyala.
 - Jam istirahat (12.00 – 13.00) dan jam lembur (17.00 – 20.00) lampu menyala sebagian.

2. Sensor cahaya

Sensor cahaya adalah suatu alat yang mampu merubah suatu besaran cahaya menjadi besaran listrik. Dengan sensor ini maka kondisi pencahayaan suatu tempat bisa dideteksi, apakah suatu tempat dalam kondisi gelap atau terang. Sensor ini juga bisa membaca tingkat atau kadar terangnya cahaya. Dengan fungsi yang mampu mendeteksi kondisi pencahayaan suatu tempat, maka sensor ini bisa dipakai sebagai masukan pada sistem *smart lighting*. Contoh pemakaian sensor ini adalah untuk pengaturan lampu di area outdoor. Lampu bisa diatur untuk menyala pada saat gelap seperti pada malam hari dan pada saat mendung dan lampu akan mati jika kondisi sedang terang.

3. Sensor gerak (motion sensor)

Sensor gerak adalah perangkat atau alat yang dapat mendeteksi objek bergerak. Contoh dari sensor gerak adalah sensor gerak tipe PIR (Mohamed et al., 2020). Sensor gerak cocok dipakai sebagai masukan sistem *smart lighting* pada kondisi area tertutup yang biasanya dipakai





untuk aktifitas tertentu. Misalnya ruang kelas, ruang kantor/pegawai, ruang praktikum dan masih banyak lagi. Intinya adalah sensor ini cocok untuk ruangan yang disitu ada aktifitas kegiatan manusia, Ketika di ruang tersebut ada kegiatan maka lampu penerangan harus menyala, sedangkan ketika tidak ada kegiatan maka lampu di ruang tersebut akan mati atau walaupun harus ada yang menyala maka hanya beberapa lampu saja agar ruang tersebut tidak terlalu gelap.

4. Sensor suara (sound sensor)

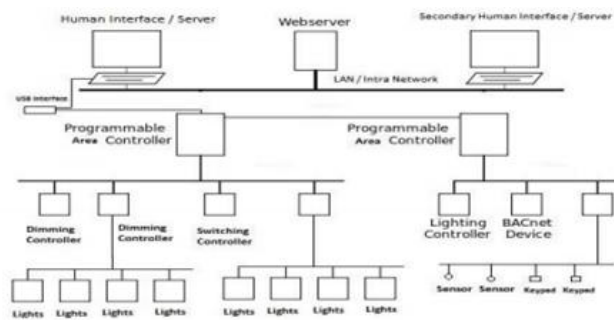
Sensor suara juga bisa dipakai untuk sistem *smart lighting* (Al-Anbuky, 2014), contoh aplikasinya bisa dilakukan di jalan raya. Misal dipakai untuk sistem penerangan jika terjadi kecelakaan lalu lintas. Jadi jika terjadi benturan benda keras yang menandakan terjadi kecelakaan, maka sistem *smart lighting* memerintahkan lampu penerangan jalan untuk menyala dalam intensitas pencahayaan maksimal.

B. Layer Jaringan

Layer kedua sistem *smart lighting* adalah layer jaringan atau layer komunikasi, yaitu layer yang dipakai untuk mengirim dan memproses data. Metode yang bisa dipakai pada *smart lighting* ini yaitu jaringan atau komunikasi melalui kabel dan komunikasi melalui nirkabel (Barve, 2017).

1. Jaringan melalui kabel

Pada sistem ini, komunikasi antara masukan yaitu sensor, peralatan kontrol dan keluaran yaitu lampu terhubung melalui jaringan kabel. Arsitektur sistem ini dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Arsitektur Sistem Jaringan Kabel

2. Jaringan nirkabel

Pada sistem ini, komunikasi antara masukan yaitu sensor, peralatan kontrol dan keluaran yaitu lampu terhubung melalui jaringan nirkabel, seperti wifi dan Bluetooth atau sistem nirkabel yang lain. Arsitektur sistem nirkabel ini dapat digambarkan sbb:





Gambar 2. Arsitektur Sistem Jaringan Nirkabel

Perancangan dan pembuatan *Smart lighting* dapat dilakukan berbasis Wireless Sensor Network yang akan membantu dalam pengiriman data-data sensor (Daud et al., 2020) .

3. Jaringan kombinasi kabel dan nirkabel

Menurut penulis selain kedua metode diatas ada juga metode ketiga, yaitu gabungan antara sistem kabel dan sistem nirkabel. Untuk komunikasi antara masukan sensor dan controller serta aplikasi menggunakan sistem nirkabel, tapi komunikasi antara controller dengan aktuator yaitu relay bisa menggunakan sistem kabel.

C. Layer Aplikasi

Layer ketiga dari sistem *smart lighting* adalah layer aplikasi, yaitu layer yang dipakai untuk menyimpan, mengolah dan membuat keputusan. Pada layer ini terdapat controller yang bisa membaca kondisi masukan sensor. Kemudian dari data masukan tersebut akan diolah oleh controller untuk diputuskan apakah suatu lampu akan menyala atau akan mati.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini penulis akan merancang sistem *smart lighting* untuk rumah tinggal di daerah Bekasi. Indonesia adalah negara yang berada di daerah khatulistiwa dimana intensitas cahaya matahari bersinar maksimal, sehingga pemanfaatan sinar matahari untuk penerangan adalah langkah yang baik untuk dilakukan. Pemanfaatan sinar matahari sebagai penerangan tidak hanya untuk ruangan outdoor tapi juga untuk ruangan indoor dengan cara membuat bukaan di ruangan indoor atau menggunakan pembatas transparan seperti kaca.

Langkah pertama dalam perancangan *smart lighting* ini adalah melakukan identifikasi ruangan dan menentukan sensor yang tepat sebagai pemicu suatu ruangan menyala. Hasil dari identifikasi, ada tiga jenis ruangan, yaitu:





1. Ruang outdoor.

Pada ruangan ini lampu akan menyala ketika kondisi pencahayaan di ruangan tersebut kurang terang, seperti karena malam hari atau karena cuaca mendung, baik ada orang maupun tidak ada orang. Contoh ruangan ini adalah teras rumah. Sensor yang dipakai untuk kondisi ini adalah sensor cahaya.

2. Ruang indoor tanpa ada bantuan pencahayaan luar.

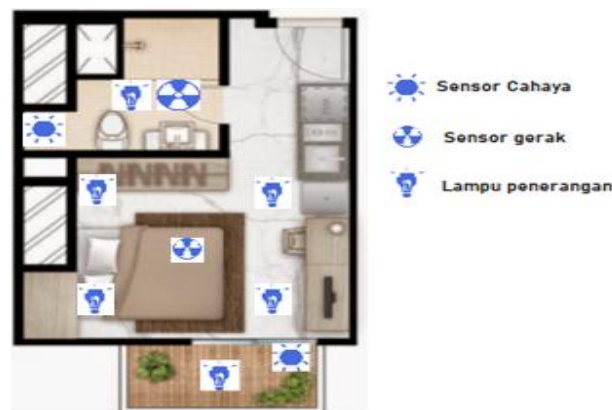
Pada ruangan ini lampu akan menyala jika di ruangan tersebut ada orang dan lampu akan mati jika tidak ada orang. Hal ini dilakukan agar ada penghematan penggunaan listrik. Contoh ruangan ini adalah kamar tidur. Sensor yang cocok untuk kondisi ini adalah sensor gerak.

3. Ruang indoor yang ada bantuan pencahayaan luar

Ruangan ini selain menggunakan lampu penerangan juga menggunakan pencahayaan luar yaitu sinar matahari. Sensor yang digunakan pada kondisi ini adalah kombinasi sensor gerak dan sensor cahaya. Penggunaan kombinasi dua sensor untuk mengontrol satu blok lampu penerangan ini merupakan rancangan baru dari penulis. Pada paper sebelumnya meskipun menggunakan beberapa sensor yang berbeda tetapi pemakaiannya sendiri-sendiri yaitu satu sensor untuk mengontrol satu atau beberapa blok lampu.

A. Layout

Berikut adalah layout rumah tinggal yang akan dipasang sistem *smart lighting*:



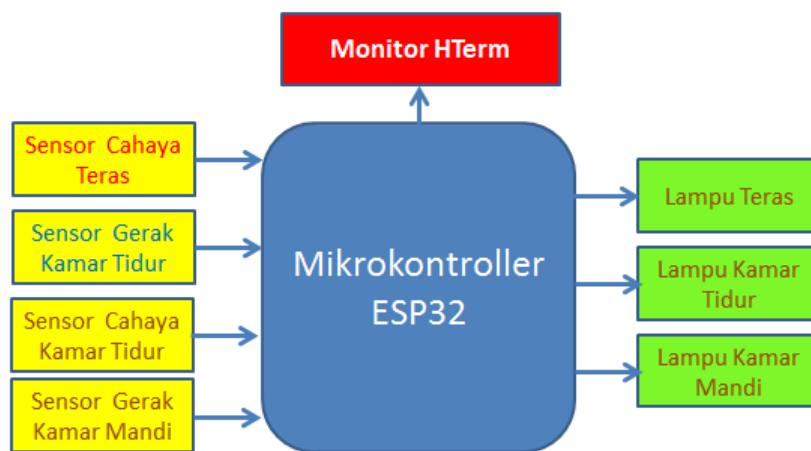
Gambar 3. Layout pemasangan sensor dan lampu

Pada teras terpasang sensor cahaya yang akan mendeteksi intensitas cahaya sekitar. Pada kamar tidur terpasang sensor gerak untuk mendeteksi apakah di ruangan tersebut ada orang. Pada kamar mandi ada sensor cahaya dan sensor gerak.



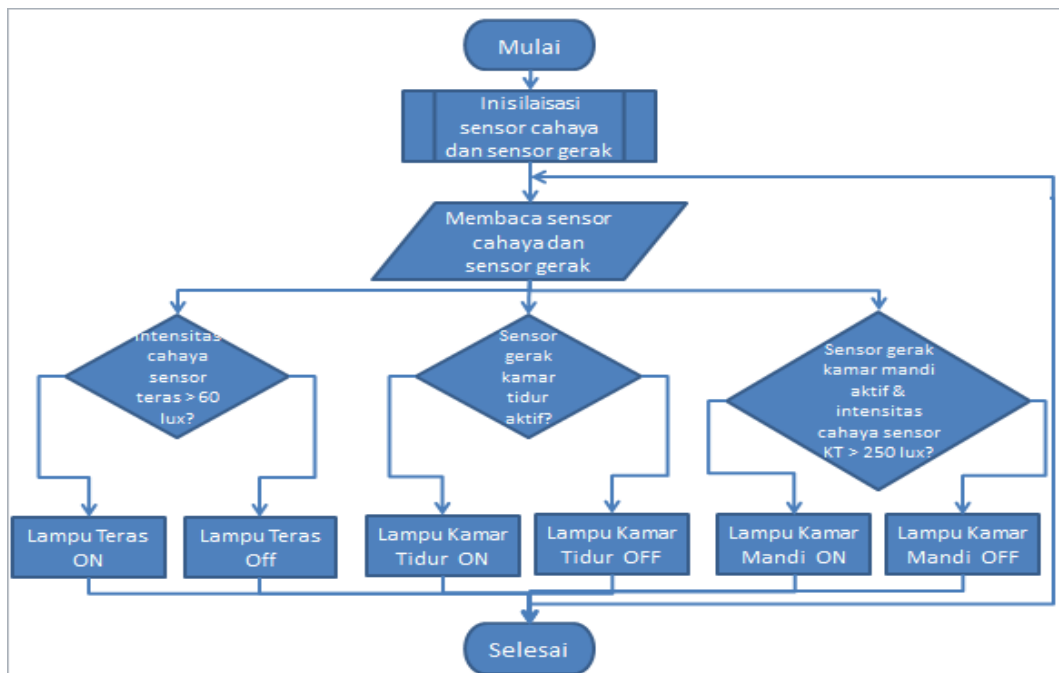
B. Blok Diagram Hardware dan Flowchart Sistem Kerja

Prototip yang dirancang penulis adalah prototip *smart lighting* menggunakan sensor cahaya, sensor gerak dan kombinasi keduanya. Kontroler yang dipakai adalah mikrokontroler ESP32 dan pemrograman menggunakan Visual studio code + platformIO. Adapun sistem monitor menggunakan serial monitor HTerm. Blok diagram prototip ini adalah sbb:



Gambar 4. Blok Diagram Prototip

Flow chart sistem kerja sistem *smart lighting* ini adalah sbb:



Gambar 5. Flowchart Sistem Kerja *Smart lighting*

Jika sensor cahaya pada teras rumah membaca intensitas cahaya kurang dari 60 lux, maka akan memerintahkan lampu teras untuk menyala dan jika intensitas cahaya lebih dari 60 lux maka lampu teras akan mati. Jika sensor gerak kamar tidur mendeteksi ada gerakan maka sistem akan memerintah lampu kamar tidur untuk menyala. Jika sensor gerak mendeteksi ada gerakan di kamar mandi dan intensitas cahaya yang terbaca sensor kurang dari 250 lux maka sistem akan memerintahkan lampu kamar mandi untuk menyala. Jika sensor gerak tidak membaca ada gerakan atau intensitas cahaya lebih dari 250 lux maka sistem akan memerintah lampu kamar mandi untuk mati. Pemilihan batas intensitas 60 lux untuk ruangan teras dan 250 lux untuk kamar mandi adalah mengikuti standar SNI 6197-2011 (Badan Standardisasi Nasional, 2011).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian dan Pengujian Prototipe *Smart lighting*

Rangkaian prototipe *smart lighting* yang dirancang adalah sebagai berikut:



Gambar 6. Prototipe *Smart lighting*

Untuk menghidupkan lampu penerangan, maka output dari mikrokontroler akan mengaktifkan relay yang kaki NC-nya dipakai sebagai kontak lampu penerangan. Untuk membuktikan berfungsinya prototipe yang dirancang maka dilakukan percobaan dengan menggunakan lampu belajar sebagai pengganti cahaya matahari dengan cara mendekatkan ke sensor jika ingin pembacaan intensitas naik, dan menjauhkan jika intensitas cahaya ingin turun. Hasil dari percobaan adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Pengujian *Smart lighting*

RUANG	SENSOR 1	SENSOR 2	PERCOBAAN	HASIL
Ruang Teras	Sensor cahaya	X	Intensitas cahaya > 60 Lux	Lampu Teras OFF
			Intensitas cahaya < 60 Lux	Lampu Teras ON
R. Kamar Tidur	Sensor gerak	X	Tidak ada gerakan	Lampu Kamar Tidur OFF
			Ada gerakan tangan	Lampu Kamar Tidur ON
Ruang Kamar Mandi	Sensor cahaya	Sensor gerak	Tidak ada gerakan & Intensitas Cahaya < 250 Lux	Lampu Kamar Mandi OFF
			Ada gerakan & Intensitas cahaya < 250 Lux	Lampu Kamar Mandi ON
			Tidak ada gerakan & Intensitas Cahaya > 250 Lux	Lampu Kamar Mandi OFF
			Ada gerakan & Intensitas cahaya > 250 Lux	Lampu Kamar Mandi OFF

Penerapan *smart lighting* pada sebuah rumah tinggal di Bekasi akan meningkatkan efisiensi energi sehingga menghemat biaya listrik sebagaimana hal itu juga pernah dianalisa dalam sistem BEMS (Building Energy Management System) dimana didalamnya terintegrasi antara *smart lighting* yang dilengkapi sensor dan kontrol yang terpusat (Baharudin et al., 2021). Adapun penghematan energi dan biaya yang signifikan hingga 90% juga didapatkan dalam *smart lighting* yang dirancang oleh E.M. Diaconu (Diaconu, 2021)

B. Penerapan Prototip *Smart lighting* di Ruangan aktual.

Untuk penerapan prototip di bangunan aktual, maka beberapa hal yang perlu diperhatikan adalah:

1. Lokasi sensor.

Sensor cahaya harus ditempatkan pada lokasi yang mempresentasikan kondisi pencahayaan ruangan tetapi tidak boleh langsung menghadap ke lampu yang dikontrol. Jika langsung menghadap ke lampu, maka akan terjadi lampu ON-OFF bergantian terus menerus. Hal ini terjadi karena ketika syarat intensitas cahaya untuk lampu menyala telah terpenuhi, misalnya pembacaan intensitas cahaya pada ruang teras kurang dari 60 lux, maka sistem akan memerintahkan lampu untuk menyala. Jika sensor menghadap lampu, maka sensor akan membaca intensitas cahaya yang lebih besar dari 60 lux, sehingga sistem akan memerintah lampu untuk mati. Ketika intensitas cahaya kurang dari 60 lux, maka lampu akan menyala lagi. Proses ON-OFF ini akan terjadi terus menerus.

Sensor gerak harus dipasang di lokasi yang bisa menjangkau semua area yang dikontrol. Jika cakupan area yang dikontrol terlalu luas dan diluar jangkauan sensor, maka harus ditambah sensor gerak yang lain lagi. Sensor gerak juga harus disetel tingkat sensitifitasnya yang tepat.





2. Cara koneksi relai sistem *smart lighting* dengan saklar manual yang sudah terpasang. Ada dua pilihan pemasangan relai terhadap saklar manual.
 - i. Dipasang secara seri.

Jika dipasang secara seri, agar sistem *smart lighting* berfungsi dengan normal maka kondisi saklar manual harus selalu ON. Jika posisi saklar manual OFF maka sistem *smart lighting* untuk mengontrol lampu tidak bekerja. Pada koneksi ini, saklar manual berfungsi sebagai pemutus jika sistem *smart lighting* bekerja tidak normal seperti kasus poin D.1.
 - ii. Dipasang secara paralel.

Jika relai dan saklar manual dipasang paralel, maka lampu akan menyala jika salah satu dari relai atau saklar manual dalam kondisi ON. Agar sistem *smart lighting* berfungsi dengan baik, maka kondisi saklar manual harus selalu OFF. Saklar manual akan dipakai atau di-ON-kan hanya dalam kondisi darurat, misal sistem *smart lighting* sedang bermasalah baik karena rusak atau karena suplai listrik ke sistem *smart lighting* sedang down.
3. Perkabelan dari sensor ke mikrokontroller dan dari mikrokontroller ke relai dan lampu.

Kabel yang dipakai dari sensor ke mikrokontroller dan dari mikrokontroller ke relai berukuran kecil karena memakai daya yang sangat kecil. Hal yang menjadi perhatian agar perkabelan tidak bermasalah seperti digigit hewan maka kabel harus diberi pelindung seperti dimasukkan ke kabel tray atau ke pipa pvc. Pada prototipe kabel yang dipakai juga memakai kabel jumper yang bisa dipasang dan dilepas dengan mudah. Hal ini tentu rawan jika diaplikasikan di aktual, sehingga sistem koneksi harus dibuat permanen seperti disolder atau memakai sistem baut.
4. Sistem suplai daya ke sistem *smart lighting*.

Pilihan suplai daya ke sistem *smart lighting* ada dua, yaitu:

 - i. Suplai daya dari PLN

Kelebihan sistem ini adalah praktis. Kekurangannya adalah jika listrik PLN mati maka sistem *smart lighting* juga akan mati, sehingga monitoring dan kontrol tidak bisa dilakukan.
 - ii. Suplai daya mandiri memakai baterai atau sejenisnya.

Kelebihan cara ini adalah ketika PLN mati, maka sistem *smart lighting* tetap berfungsi, sehingga tetap bisa dilakukan monitoring dan kontroling baik dari dekat atau dari jauh melalui aplikasi. Kekurangan sistem ini adalah harus menambah peralatan catu daya luar seperti baterai atau sejenisnya.
5. Penempatan alat *smart lighting*.





Alat *smart lighting* menggunakan mikrokontroler sebagai komponen utama sistem kontrollernya. Mikrokontroler yang ada processor di dalamnya biasanya relatif sensitif terhadap suhu lingkungan. Oleh karena itu alat *smart lighting* harus dipasang di lokasi yang relative dingin atau ada sirkulasi angin untuk proses pendinginan. Penggunaan mikrokontroler yang terhubung dengan sensor cahaya juga pernah dirancang oleh Fidelis S. P. dalam penelitian *smart lightingnya* (Putranta et al., 2018).

SIMPULAN

Prototip sederhana ini sudah berhasil menerapkan *smart lighting*, yaitu pengaturan lampu secara otomatis untuk area rumah tinggal yang mempunyai tiga jenis ruangan. Area *outdoor* (teras) menggunakan sensor cahaya sebagai masukan ke sistem *smart lighting* untuk menyalakan atau mematikan lampu. Area indoor tanpa pencahayaan dari luar yaitu kamar tidur menggunakan sensor gerak untuk mendeteksi ada tidaknya orang di ruangan tersebut, dan jika ada gerakan maka akan memerintahkan lampu untuk menyala. Area indoor dengan bantuan pencahayaan dari luar menggunakan sensor cahaya dan sensor gerak sebagai pemicu otomatis penyalaan lampu. Dalam penerapan di dunia riil perlu diperhatikan beberapa hal seperti lokasi sensor, cara koneksi relai ke saklar manual, perkabelan, catu daya ke alat dan penempatan alat *smart lighting*.

DAFTAR RUJUKAN

- Minoli, D., Sohraby, K., & Occhiogrosso, B. (2017). IoT considerations, requirements, and architectures for smart buildings Energy optimization and next-generation building management systems. *IEEE Internet of Things Journal*, 4(1), 269–283. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2017.2647881>
- Yaqoob, I., Khan, I., Taleb, T., Hong, C. S., & Pervez, Z. (2016). Big data: From beginning to future. *International Journal of Information Management*, 36(6), 1231–1247. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2016.07.009>
- Sinaga, I. A., Baharuddin Nasution, M. Z. Z., Hakim, A., & Maulana, A. (2024). Perancangan sistem informasi parkir di Dinas Pendidikan Kabupaten Deli Serdang berbasis web. *JUTECH*, 5(1), 91–103. <https://doi.org/10.31932/jutech.v5i1.3451>
- Barve, V. (2017). *Smart lighting* for smart cities. 2017 IEEE International Symposium on Technology and Smart Cities (TENSYMP). <https://doi.org/10.1109/TENCONSpring.2017.8070000>
- Mohamed, R. R., Mohamed, M. A., Azmi, K., Rao, E., & Hashim, W. (2020). Indoor *smart lighting* controlling using human detection. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 9(1.1), 566–570. <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/9191.12020>





- Dey, S., Roy, A., & Das, S. (2016). Home automation using Internet of Thing. 2016 IEEE 7th Annual Ubiquitous Computing, Electronics & Mobile Communication Conference (UEMCON), 1–6. <https://doi.org/10.1109/UEMCON.2016.7777826>
- Jeyasheeli, P. G., & Selva, J. V. J. (2017). An IoT design for *smart lighting* in green buildings based on environmental factors. 2017 4th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS). <https://doi.org/10.1109/ICACCS.2017.8014559>
- Higuera, J., Peñas, A., & Carreras, J. (2018). Trends in *smart lighting* for the Internet of Things. arXiv.
- Mani, V., Sankaranarayanan, S., Abhilasha, G., & Lavanya, S. (2017). IoT-based smart energy management system. *International Journal of Applied Engineering Research*, 12(16), 5455–5462.
- Al-Anbuky, A. (2014). Sensor-actuator *smart lighting* system: System organizational concept and challenges. *ICT for Sustainability (ICT4S 2014)*, 311–317. <https://doi.org/10.2991/ict4s-14.2014.38>
- Daud, P., Nasrullah, N., & Ambar Dini, G. (2020). Perancangan dan Pembuatan *Smart lighting* pada Ruang Kelas berbasis Wireless Sensor Network. *Jurnal TIARSIE*, 17(1), 13. <https://doi.org/10.32816/tiarsie.v17i1.71>
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). SNI 6197: 2011 Konservasi energi pada sistem pencahayaan. Standar Nasional Indonesia, 34.
- Baharudin, N. H., Mansur, T. M. N. T., Ali, R., & Sobri, N. F. A. (2021). *Smart lighting* system control strategies for commercial buildings: A review. *International Journal of Advanced Technology and Engineering Exploration*, 8(74), 45–53. <https://doi.org/10.19101/IJATEE.2020.S2762173>
- Diaconu, E. M. (2021). *Smart lighting* System. *The Scientific Bulletin of Electrical Engineering Faculty*, 21(1), 6–9. <https://doi.org/10.2478/sbeef-2021-0002>
- Putranta, F. S., Munadi, R., & Bisono, Y. G. (2018). Perancangan Dan Analisis Sistem *Smart lighting* Berbasis Wireless Sensor Network Untuk Meningkatkan Kenyamanan Aktivitas Di Dalam Rumah. *TEKTRIKA - Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Telekomunikasi, Kendali, Komputer, Elektrik, Dan Elektronika*, 2(1). <https://doi.org/10.25124/tektrika.v2i1.1659>

