

Sistem Kontrol Lampu Berbasis *Passive Infrared Detector* dan *Light Dependent Resistor*

Vyan Nanda Rahmaniah^{*}, Ahmad Aminudin, Judhistira Aria Utama

Program Studi Fisika, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudhi 229 Bandung 40154, Indonesia

*e-mail : vyannanda07@yahoo.com

ABSTRAK

Perancangan sistem kontrol lampu menggunakan sensor *passive infrared* dan *light dependent resistor*. Sistem kontrol lampu ini berfungsi untuk mengatur nyala lampu secara otomatis bergantung kepada keberadaan manusia dan keadaan penerangan dalam lampu. Penelitian dilakukan untuk mengarakterisasi sensor PIR HC-SR501 dan LDR dan melihat apakah sistem dapat dirancang dan dibuat. Metode yang digunakan untuk mengarakterisasi PIR adalah dengan mengukur jarak terjauh yang dapat dijangkau PIR dan metode untuk mengarakterisasi LDR adalah dengan mengukur tegangan sensor pada intensitas-intensitas cahaya tertentu. Metode yang digunakan untuk Menyusun sistem kontrol lampu adalah dengan merancang rangkaian untuk sistem menggunakan PIR dan LDR serta komponen lain seperti *relay* sebagai saklar arus listrik AC dan Arduino Uno sebagai “otak” sistem. Ketika lampu menyala mengikuti keberadaan manusia dan batas intensitas cahaya minimal yang sudah ditentukan dalam *coding* pada Arduino Uno, dan mati ketika syarat tidak terpenuhi, maka sistem kontrol lampu dikatakan berhasil dibuat. Jarak terjauh jangkauan kedua PIR yang digunakan pada penelitian ini adalah 161 cm dan >500 cm, sementara intensitas cahaya terbesar yang dideteksi LDR pada saat karakterisasi adalah 528 lux.

Kata kunci: *light dependent resistor*, *passive infrared sensor*, sensor HC-SR501, sistem kontrol lampu

ABSTRACT

The design and making of light control system using a passive infrared sensor and light dependent resistor has been implemented. This light control system functions to adjust the lights automatically depending on the presence of humans and the lighting condition in the room. The study was conducted to characterize the HC-SR501 PIR and LDR and see if such system could be designed and built. The method used to characterize the PIR is by measuring the furthest distance the PIR can reach and the method for characterizing the LDR is by measuring the sensor voltage at certain light intensities. The method used to build the light control system is by designing a circuit for the system with PIR, LDR, and other components such as relays as switches of alternating electricity current and Arduino Uno as the “brain” of the system. When the lights turn on following human presence and the threshold of light intensity that has been determined in coding of Arduino Uno, and turns off when the conditions are not met, the light control system is said to be successfully manufactured. The furthest distances the two PIRs’ detection range could reach are 161 cm and >500 cm, while the largest light intensity detected by LDR at the time of characterization was 528 lux

Keywords: HC-SR501 sensor, light control system, light dependent resistor, passive infrared sensor

PENDAHULUAN

Energi sebagai kebutuhan pokok manusia adalah sumber daya alam yang dapat diibaratkan sebagai uang, yang pemakaiannya harus bijaksana, efisien, dan produktif. Energi

adalah sesuatu yang tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan, hanya dapat diubah wujudnya saja. Karena itu, keberadaan energi dan sumbernya sangat terbatas dan pemakaiannya harus dihemat. Energi sebagian

besar didistribusikan kepada manusia dalam bentuk listrik. Di Indonesia, sayangnya penggunaan listrik masih cukup tinggi, bahkan terus meningkat. Menurut International Finance Corporation (IFC), pada tahun 2011, kantor di Ibu Kota menggunakan listrik sebanyak 240 kWh/m². Angka ini jauh sekali dibandingkan pemakaian listrik untuk kantor di Jepang, yaitu sekitar 140 kWh/m², menurut Japan International Cooperation Agency (JICA) (Fathana, 2016). Sedangkan, pada tahun 2016, penggunaan listrik di Indonesia selama setahun adalah sebesar 213,4 miliar kWh (CIA, 2020). Pemborosan listrik terbesar terjadi di perkantoran atau bangunan publik dalam penggunaan mesin penyejuk udara (AC) dan lampu.

Pemakaian energi listrik dengan tidak terkontrol akan menyebabkan konsumsi energi listrik dalam jumlah besar. Penggunaan lampu sebagai penerangan secara terkontrol dapat mereduksi penggunaan energi listrik pada suatu ruangan dan suatu gedung, jika diterapkan di semua ruangan di gedung tersebut. Dengan penggunaan lampu terkontrol, lampu-lampu yang tidak diperlukan saat hanya sedikit jumlah orang yang berada di dalam ruangan tidak akan menyala. Selain membatasi jumlah lampu yang menyala, solusi penghematan listrik lain adalah dengan mengondisikan lampu agar menyala pada saat penerangan di dalam ruangan tidak cukup. Hal ini dapat dilakukan dengan mengaplikasikan alat yang dapat memantau kondisi ruangan dari segi keberadaan manusia maupun intensitas cahaya di dalam ruangan.

Berdasarkan pemaparan di atas, dibuatlah sebuah rancangan sistem penerangan di atas meja berbasis Arduino Uno yang secara otomatis dapat menyala dan mati, bergantung dari keberadaan manusia di dekat lampu yang dipasang di atas meja dan intensitas cahaya luar (sinar matahari) yang menerangi ruangan.

Keberadaan manusia dideteksi oleh *passive infrared sensor* dan besar intensitas cahaya dipantau oleh *light dependent resistor*. PIR mendeteksi keberadaan manusia atau makhluk hidup apapun dengan teknologi inframerah yang berarti perbedaan suhu lingkungan dengan makhluk hidup yang terdeteksi menjadi variabel agar sensor bekerja (Chowdhury, dkk., 2011).

Sudah banyak alat-alat tertentu yang menggunakan teknologi PIR. Ini karena sensor PIR adalah alat yang tidak banyak menggunakan energi listrik. Kebanyakan PIR pada umumnya hanya perlu menggunakan sekitar 0,8-1 watt. Sensor ini pun kerap

digunakan pada alat yang harus dapat digunakan pada siang maupun malam hari, karena sensornya itu sendiri tidak bergantung kepada intensitas cahaya. Harga komponennya pun terjangkau (Yida, 2019).

LDR adalah resistor fotokonduktor yang nilai resistansinya bergantung pada intensitas cahaya yang mengenai area peka cahayanya (Electronics Notes, 2019). LDR terbuat dari bahan yang sensitif terhadap cahaya yang ditempatkan pada substrat semikonduktor. Bahan peka cahaya tersebut diletakkan secara zigzag untuk mendapatkan tingkat daya yang dibutuhkan (Elprocus, 2020). LDR memanfaatkan langsung besar intensitas cahaya yang jatuh pada permukaan sensornya sebagai variabel. Hasil deteksi kedua sensor ini digunakan oleh mikrokontroler yang dihubungkan dengan kedua sensor untuk menyalakan lampu jika kondisi ruangan sesuai dengan kondisi yang mengaktifkan sistem nyala lampu.

Seperti PIR, kebanyakan keuntungan memakai LDR adalah harganya yang sangat terjangkau. Kemudian, ukurannya yang kecil juga membuat komponen ini fleksibel untuk digunakan pada berbagai macam rangkaian. LDR juga sangat sederhana sehingga mudah diaplikasikan (ETechnoG, 2018). Koneksi LDR persis seperti resistor biasa, dan konsep kerjanya juga sederhana; pada umumnya, semakin besar intensitas cahaya yang jatuh pada permukaan peka cahaya LDR maka semakin kecil resistansi LDR tersebut. LDR juga memiliki banyak variasi dengan resistansi yang berbeda, sehingga komponen ini dapat digunakan sesuai kebutuhan.

Kombinasi penggunaan PIR dan LDR untuk sistem kontrol lampu tidak asing digunakan. Ini karena masing-masing dari PIR dan LDR memiliki fungsi yang efektif dalam penghematan listrik dengan membatasi penggunaan sistem penerangan. Dengan bantuan mikrokontroler sebagai otak sistem, sistem hanya perlu bekerja ketika ada keberadaan seseorang di dalam ruangan dengan sistem kontrol tersebut ketika PIR diaplikasikan. Sementara LDR sendiri membatasi penerangan yang tidak efektif dengan mendeteksi intensitas cahaya, sehingga pada mikrokontroler besar intensitas cahaya minimum untuk mengaktifkan sistem dapat diset.

Berdasarkan data *tariff adjustment* yang dapat diperoleh dari situs PLN, UPI sebagai kantor pemerintah besar memiliki tarif listrik

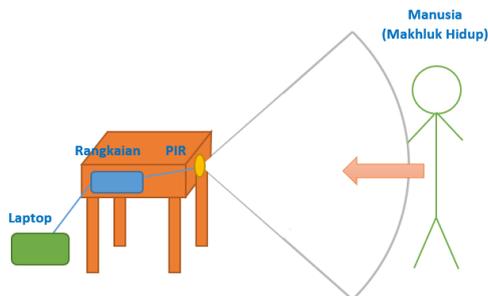
sebesar Rp1035,78/kWh (PLN, 2020). Data ini dapat digunakan untuk membandingkan pengeluaran listrik yang terkontrol dan tidak terkontrol sistem kontrol lampu otomatis yang dirancang pada penelitian ini.

METODE

Alat-alat yang dibutuhkan untuk membuat sistem kontrol lampu secara keseluruhan adalah sensor *passive infrared* HC-SR501, *light dependent resistor*, mikrokontroler Arduino Uno, modul *relay*, dan lampu. *Passive infrared sensor*, atau disebut juga *pyroelectric sensor*.

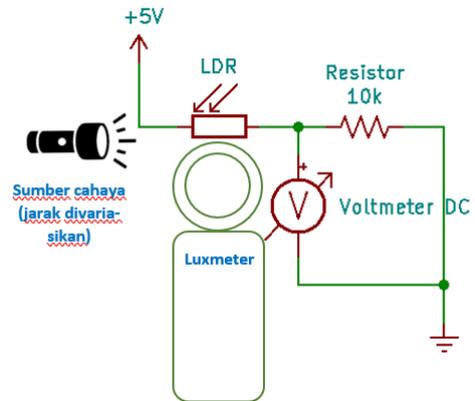
Sensor PIR dikarakterisasi dengan cara menentukan jarak terjauh jangkauan deteksi sensor tersebut. Seseorang berjalan dari jarak tertentu perlahan-lahan ke depan sensor PIR yang sudah dalam rangkaian karakterisasi dan diletakkan di atas meja. Ketika LED indikator menyala, orang tersebut berhenti dan mengukur jarak dari tempat dia berdiri tepat ke posisi PIR dipasang. Langkah ini diulang untuk setiap sudut kemiringan sensor berikut: 0°, 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, dan 55°.

Gambar 1 Skema karakterisasi sensor PIR.



Sementara sensor LDR dikarakterisasi dengan meletakkan luxmeter tepat di sebelah LDR yang sudah terhubung dengan rangkaian karakterisasi dan menyorotkan sinar dari beberapa jarak yang berbeda ke tengah-tengah LDR dan luxmeter. Besar tegangan yang dimiliki LDR dapat dilihat hubungannya

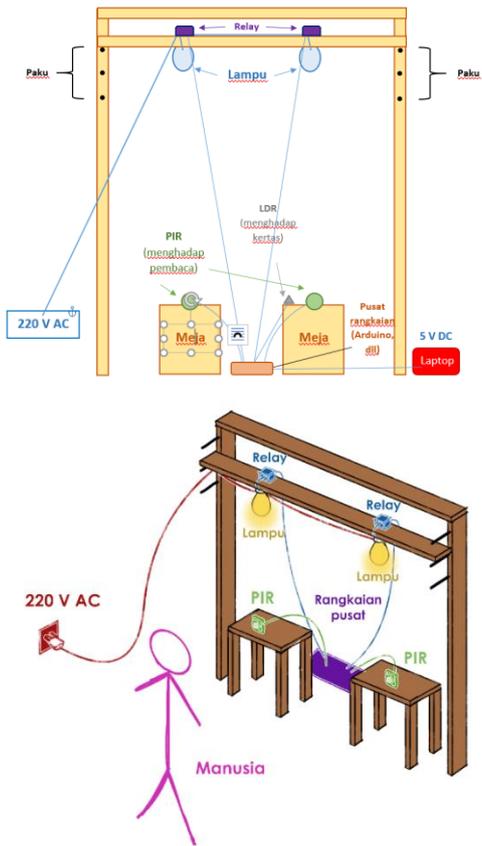
dengan besar intensitas cahaya yang dideteksi luxmeter.



Gambar 2 Skema karakterisasi LDR.

Keseluruhan sistem kontrol lampu disusun menggunakan PIR dan LDR yang sebelumnya sudah dikarakterisasi ditambah komponen lain seperti relay dan mikrokontroler Arduino Uno. Setelah seluruh rangkaian telah disusun, tahap selanjutnya adalah pengujian. Tahap pertama, pada keadaan intensitas cahaya luar (bukan dari lampu pada sistem) cukup untuk ruang kelas, seseorang sebagai objek makhluk hidup duduk di hadapan sensor PIR. Jika lampu tetap mati, maka eksperimen pertama ini dikatakan berhasil, karena sistem tidak seharusnya menyalakan lampu jika ruangan sudah mendapatkan cahaya yang cukup.

Eksperimen kedua dilakukan pada keadaan intensitas cahaya luar tidak cukup untuk ruang kelas. Langkah yang sama dengan eksperimen pertama dilakukan. Jika pada keberadaan manusia lampu menyala, maka sistem dikatakan berhasil, karena lampu diharuskan menyala untuk menerangi ruangan yang tidak cukup terang.



Gambar 3 Skema sistem kontrol lampu dengan PIR dan LDR.

Setelah sistem disusun dan dapat bekerja sesuai dengan rancangan, selanjutnya adalah pengukuran intensitas cahaya sepanjang jarak dua tiang kayu di bawah rangkaian. Intensitas cahaya diukur setiap 10 cm. Ini dilakukan untuk mengetahui seberapa apa cahaya lampu yang digunakan pada penelitian yang jatuh pada permukaan meja tanpa bantuan cahaya lain seperti sinar matahari.

Eksperimen kedua yaitu pengukuran tegangan dan arus listrik pada setiap lampu dan keseluruhan rangkaian diukur. Ini dilakukan untuk menentukan daya listrik yang dibutuhkan oleh setiap lampu dan seluruh rangkaian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah hasil karakterisasi sensor PIR HC-SR501 berupa sudut kemiringan PIR dan jarak terjauh jangkauan PIR pada sudut tersebut.

Sensor PIR 1

Sudut (°)	Jarak (cm)
0	161,00
10	136,00
20	220,00
30	125,80
40	100,24
50	101,80
55	50,20

Sensor PIR 2

Sudut (°)	Jarak (cm)
0	>500
10	>500
20	438,60
30	438,30
40	409,20
50	325,90
55	109,80

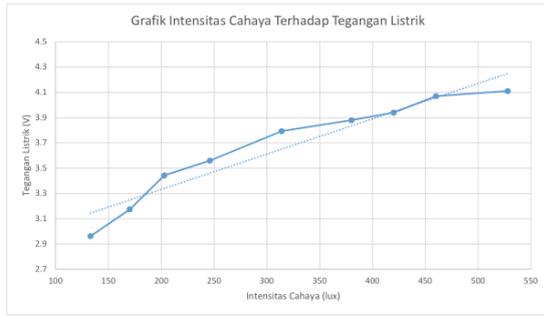
Jarak deteksi terjauh PIR 1 adalah sebesar 161 cm pada kemiringan 0°, sementara jarak deteksi terjauh PIR 2 adalah melebihi 500 cm dengan kemiringan yang sama. Ini tidak sesuai dengan *datasheet* produk PIR tipe HC-SR501 di mana sensor memiliki jangkauan deteksi yang sama pada jarak sudut kemiringan 0° sampai 55° (110° jika bentuk corong) (Marlin P. Jones & Assoc. Inc., 2011). Namun, pada penelitian ini, jarak deteksi PIR tidak diharuskan jauh, karena pada desain sistem, PIR diletakkan pada meja untuk mendeteksi orang yang hendak menggunakan meja tersebut.

Berikut adalah hasil karakterisasi LDR.

Tabel 2 Hasil karakterisasi LDR.

Intensitas cahaya (lux)	Tegangan listrik (v)
133	2.962
170	3.174
203	3.443
246	3.56
314	3.793
380	3.88
420	3.94
460	4.07
528	4.11

Tabel 1 Hasil karakterisasi sensor PIR.



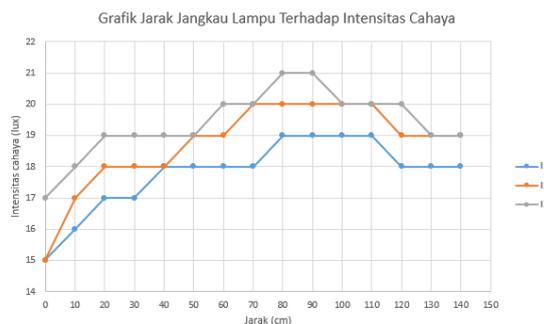
Gambar 4 Grafik hasil karakterisasi LDR.

Hasil karakterisasi LDR menunjukkan hubungan antara intensitas cahaya dengan tegangan listrik pada LDR yang mendekati linear. Ada beberapa naikan dan turunan pada grafik, tetapi nilai-nilai yang menyebabkannya tidak terlalu jauh dari garis linear yang mewakili hasil karakterisasi.

Di bawah adalah hasil pengukuran intensitas cahaya di bawah lampu pada tiga ketinggian lampu yang berbeda (243 cm, 233 cm, dan 223 cm) setiap 10 cm.

Tabel 3 Hasil pengukuran intensitas cahaya pada tiga ketinggian lampu yang berbeda.

Jarak (cm)	I ₁ (lux)	I ₂ (lux)	I ₃ (lux)
0	15	15	17
10	16	17	18
20	17	18	19
30	17	18	19
40	18	18	19
50	18	19	19
60	18	19	20
70	18	20	20
80	19	20	21
90	19	20	21
100	19	20	20
110	19	20	20
120	18	19	20
130	18	19	19
140	18	19	19



Gambar 5 Grafik jarak jangkauan lampu terhadap intensitas cahaya.

Berdasarkan referensi intensitas cahaya rekomendasi untuk setiap tipe ruangan dari Archtoolbox, intensitas cahaya rekomendasi

untuk ruang kelas laboratorium berada di antara 500-750 lux (Archtoolbox, 2020). Sementara, Tabel 3 menunjukkan bahwa tidak ada intensitas cahaya pada titik mana pun yang melebihi nilai tersebut, bahkan pada titik di antara kedua lampu di mana cahaya berinterferensi. Ini berarti lampu yang digunakan pada penelitian tidak cukup kuat untuk digunakan pada ruang kelas laboratorium tanpa bantuan cahaya dari luar ruangan.

Saat eksperimen dilakukan pengukuran tegangan dan arus listrik pada setiap lampu dan keseluruhan sistem. Berikut adalah data hasil pengukuran tersebut.

Tabel 4 Hasil pengukuran tegangan listrik dan arus listrik.

	Lampu 1	Lampu 2	Seluruh Sistem
V (v)	223,5	223,0	225,4
I (mA)	12,39	12,37	12,44
P (watt)	2769,165	2758,510	2803,976

Setelah didapatkan nilai daya listrik, selanjutnya adalah perhitungan biaya listrik yang keluar dengan pemakaian rangkaian selama sebulan. Faktor yang terlibat dalam perhitungan pengeluaran biaya ini adalah daya listrik yang dibutuhkan rangkaian dan lama rangkaian tersebut harus bekerja dalam jam. Umumnya, konsumsi daya listrik dilihat dalam satuan kWh, jadi daya listrik dalam satuan watt dikonversi ke satuan kilowatt (dibagi 1000).

$$P_t = \frac{P}{1000} \times t \times 30$$

dengan P_t adalah banyaknya kebutuhan daya listrik dalam sebulan dalam satuan kWh, P adalah daya listrik dalam satuan watt, dan t adalah lama rangkaian beroperasi dalam jam. Berdasarkan jadwal perkuliahan pada Lab Elektronika dan Instrumentasi sebagai contoh ruang kelas, lama lab digunakan dalam seminggu (lima hari kerja) adalah selama 25,84 jam. Penggunaan daya listrik oleh Lampu 1, Lampu 2, dan keseluruhan sistem berturut-turut adalah 2,2 kWh, 2,1 kWh, dan 2,2 kWh.

Tabel 5 Perbandingan tarif tenaga listrik, terkontrol dan tidak terkontrol.

Jenis	Total Besar Tarif Listrik Selama Seminggu (Rp)	
	Terkontrol Waktu Operasi	Tidak Terkontrol Waktu Operasi
Lampu 1	70.215,61	125.329,40
Lampu 2	67.081,27	119.632,59
Seluruh Sistem	70.215,61	125.329,40

Berdasarkan tabel di atas, terlihat bahwa penggunaan listrik terkontrol untuk penerangan lebih hemat daripada jika penggunaannya tidak terkontrol.

Simpulan

Berdasarkan hasil eksperimen sistem kontrol lampu otomatis, dapat disimpulkan bahwa karakterisasi PIR dan LDR berhasil dilakukan, dengan jarak jangkauan terjauh PIR 1 adalah 161 cm dan PIR 2 lebih dari 500 cm. Sementara intensitas cahaya terbesar yang dapat dideteksi oleh LDR adalah 528 lux. Kemudian, rangkaian sistem kontrol lampu berhasil dirancang dan bekerja dengan baik sesuai tujuan perancangannya.

Daftar Pustaka

- Archtoolbox. (2020). *Recommended Lightning Levels in Buildings*.
<https://www.archtoolbox.com/materials-systems/electrical/recommended-lighting-levels-in-buildings.html>
- Chowdhury, Z. I., Imtiaz, M. H., Azam, M. M., Sumi, M. R. A., & Nur, N. S. (2011). Design and implementation of Pyroelectric Infrared sensor based security system using microcontroller. *IEEE Technology Students' Symposium, January*, 1–5.
<https://doi.org/10.1109/TECHSYM.2011.5783853>
- CIA. (2020). *The World Factbook: Indonesia*.
<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/id.html>
- Electronics Notes. (2019). *Light Dependent Resistor LDR: Photoresistor*.
https://www.electronics-notes.com/articles/electronic_components/resistors/light-dependent-resistor-ldr.php
- Elprocus. (2020). *LDR – Light Dependent Resistors Circuit and Working Principle*.
<https://www.elprocus.com/ldr-light-dependent-resistor-circuit-and-working/>
- ETechnoG. (2018). *Applications, Advantages of [LDR] Light Dependent Resistor*.
<https://www.etechnog.com/search?q=ldr>
- Fathana, A. (2016). *Ternyata, Gedung di Jakarta Lebih Boros Listrik daripada Jepang*.
<https://sains.kompas.com/read/2016/03/22/07462781/Ternyata.Gedung.di.Jakarta.Lebih.Boros.Listrik.daripada.Jepang>
- Marlin P. Jones & Assoc. Inc. (2011). Hc-Sr501 PIR Motion Detector Product Description. In *Marlin P. Jones & Assoc. Inc.* (hal. 3–5).
<https://www.mpja.com/download/31227sc.pdf>
- PLN. (2020). *PENETAPAN PENYESUAIAN TARIF TENAGA LISTRIK (TARIFF ADJUSTMENT) BULAN APRIL-JUNI 2020*.
<https://web.pln.co.id/statics/uploads/2020/03/TA-April-Juni-2020.jpg>
- Yida. (2019). *Microwave vs PIR Sensor – Which Arduino motion sensor to use?*
<https://www.seeedstudio.com/blog/2019/12/13/which-arduino-motion-sensor-to-use-microwave-or-pir-sensor/>