

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN
SISTEM PENGATUR PENCAHAYAAN RUANGAN
DENGAN SUPLAI LISTRIK PANEL SURYA**

Disusun dan diajukan oleh:

**ARDIANSYAH
D041 18 1302**



**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

RANCANG BANGUN SISTEM PENGATUR PENCAHAYAAN RUANGAN DENGAN SUPLAI LISTRIK PANEL SURYA

Disusun dan diajukan oleh:

Ardiansyah

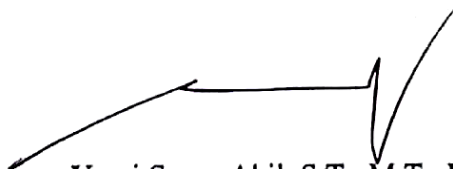
D041181302

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian Program Studi Sarjana Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Pada Tanggal 16 Agustus 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

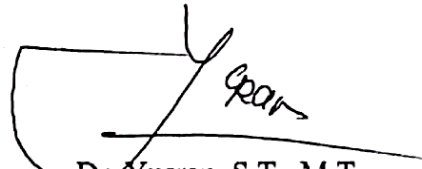
Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



Yusri Syam Akil, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197703222005011001



Dr. Yusran, S.T., M.T.
NIP. 197504042000121001



Departemen Teknik Elektro

Dr. Eng. Ir. Dewiani, MT.
NIP. 196910261994122001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Ardiansyah

NIM : D041181302

Program Studi : Teknik Elektro

Jenjang : SI

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGATUR PENCAHAYAAN RUANGAN
DENGAN SUPLAI LISTRIK PANEL SURYA**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 16 Agustus 2023

Yang Menyatakan



Ardiansyah

ABSTRAK

ARDIANSYAH. *Rancang Bangun Sistem Pengatur Pencahayaan Ruangan dengan Suplai Listrik Panel Surya* (dibimbing oleh Yusri Syam Akil dan Yusran)

Lampu merupakan sumber penerangan saat melakukan aktivitas. Pengaturan lampu sangat penting karena dapat mempengaruhi intensitas cahaya pada ruangan dan dapat meningkatkan efisiensi energi dari penggunaan lampu. Sistem pengaturan lampu penerangan ruangan pada umumnya hanya menggunakan prinsip *on/off*, sehingga kurang efektif, karena tidak menghiraukan pengaruh cahaya matahari. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji teknologi pengatur pencahayaan ruangan menggunakan AC *light dimmer* dengan sensor cahaya *photodiode* dan sensor gerak *passive infrared* (PIR) berbasis arduino dengan suplai panel surya yang dapat membantu meningkatkan penghematan listrik akibat penggunaan lampu. Sistem pengaturan lampu bekerja dengan menghitung intensitas cahaya ruangan menggunakan sensor *photodiode* untuk menentukan besar cahaya keluaran lampu agar intensitas cahaya ruangan dapat tetap terjaga. Lampu akan menyala apabila sensor PIR mendeteksi gerakan di dalam ruangan. Ruangan terbagi atas 2 bagian (bagian A dan B), masing masing bagian terdiri dari 1 lampu dan 1 sensor *photodiode*. Apabila cahaya pada bagian A kurang dari 250 lux maka cahaya lampu A akan bertambah, apabila cahaya bagian A lebih besar dari 260 lux maka cahaya lampu A akan berkurang, begitupun dengan bagian B. Hasil rancangan replika ruangan dibuat dengan ukuran 155×105×80cm. Pengujian terdiri dari beberapa jenis, di antaranya. (1) Pengujian sensor cahaya dengan membandingkan nilai dari sensor yang digunakan dengan lux meter, perbedaan maksimum yang didapatkan adalah 1165,33 lux oleh sensor dan 1157 lux oleh lux meter. (2) Pengujian sensor PIR telah dapat mendeteksi gerakan dalam jarak 9 meter. (3) Pengujian AC *light dimmer* yang telah dapat mempertahankan intensitas cahaya pada nilai 250 sampai 260 lux yang dilakukan mulai jam 16:30 sampai 18:00 WITA dengan total daya yang digunakan adalah 12,10 W. (4) Pengujian panel surya mulai jam 07:00 sampai 16:00 WITA, didapatkan total pembangkitan daya hingga 251,73 W. (5) Pengujian inverter telah dapat mengubah tegangan DC 12-13,5 V menjadi AC 220V.

Kata Kunci: Pengaturan Pencahayaan, Penghematan Listrik, AC *Light Dimmer*

ABSTRACT

ARDIANSYAH. *Design and Build a Room Lighting Control System with Solar Panel Power Supply* (supervised by Yusri Syam Akil and Yusran)

Lights are a source of lighting when doing activities. The arrangement of lights is very important because it can affect the intensity of light in the room and can increase the energy efficiency of using lamps. The system of setting room lighting generally only uses the principle of on / off, so it is less effective, because it ignores the influence of sunlight. This research aims to design and test room lighting control technology using AC light dimmer with photodiode light sensor and Arduino-based passive infrared (PIR) motion sensor with solar panel supply that can help increase electricity savings due to lamp use. The lamp management system works by calculating the intensity of room light using a photodiode sensor to be determining the number of light outputs of the lamp so that the intensity of room light can be maintained. The light will light up when the PIR sensor detects movement in the room. The room is divided into 2 parts (parts A and B), each part consists of 1 lamp and 1 photodiode sensor. If the light in part A is less than 250 lux then the light of lamp A will increase, if the light of part A is greater than 260 lux then the light of lamp A will decrease, as well as part B. The design of the room replica is made with a size of 155×105×80cm. Testing consists of several types, among them. (1) Testing the light sensor by comparing the value of the sensor used with the lux meter, the maximum difference obtained is 1165.33 lux ole sensor and 1157 lux by lux meter. (2) PIR sensor testing has been able to detect motion within 9 meters. (3) AC light dimmer testing that has been able to maintain light intensity at a value of 250 to 260 lux which is carried out from 04:30 pm to 06.00 pm with the total power used is 12.10 W. (4) Solar panel testing from 07:00 am to 04.00 pm obtained total power generation up to 251.73 W. (5) Inverter testing has been able to convert DC voltage 12-13.5 V to AC 220V.

Keywords: Lighting Settings, Electricity Saving, AC Light Dimmer

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
KATA PENGANTAR	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Kebutuhan Pencahayaan Ruang	6
2.2 Teknik Pengukuran Intensitas Penerangan	7
2.3 Penghematan Energi Listrik.....	8
2.4 Dimmer	8
2.4.1 Pengertian Dimmer.....	8
2.4.2 Triac	8
2.4.3 Diac	9
2.4.4 <i>Zero Crossing</i>	10
2.5 Perancangan Sistem Kontrol	11
2.5.1 Arduino	11
2.5.2 Sensor Cahaya <i>Photodiode</i>	12
2.5.3 Sensor Gerak (<i>Passive Infrared</i>).....	13
2.5.4 Modul AC Light Dimmer	14
2.5.5 Panel Surya.....	14
BAB III METODE PERANCANGAN.....	16
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	16
3.2 Diagram Alir Pelaksanaan Program	16
3.2.1 Perancangan Prototipe.....	17
3.2.2 Perakitan dan Pembuatan Alat	18
3.2.3 Pengujian Kinerja Alat	22
3.2.4 Evaluasi.....	22
3.2.5 Pengambilan dan Pengolahan Data.....	23
3.3 Alur Kerja Alat.....	23
3.4 Parameter Perancangan	25
3.4.1 Jenis Lampu.....	25
3.4.2 Mikrokontroler	25
3.5 Parameter Perancangan	26
3.6 Hasil Akhir Data	26
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	27

4.1 Hasil Rancangan Alat.....	27
4.1.1 Hasil Rancangan Replika Ruangan.....	27
4.1.2 Hasil Rancangan Rangkaian Kontrol	28
4.1.3 Hasil Rancangan Rangkaian Penyuplai Daya	29
4.2 Skenario Pengujian.....	30
4.2.1 Skenario Pengujian Sensor	30
4.2.2 Skenario Pengujian Dimmer.....	32
4.2.3 Skenario Pengujian Sistem Kontrol.....	32
4.2.4 Skenario Pengujian Sistem Penyuplai Daya.....	33
4.3 Hasil Pengujian	33
4.3.1 Hasil Pengujian Sensor	33
4.3.2 Hasil Pengujian Dimmer.....	34
4.3.3 Hasil Pengujian Sistem Kontrol.....	35
4.3.4 Hasil Pengujian Sistem Penyuplaian Daya	38
4.4 Program Arduino.....	39
4.4.1 Program Sensor PIR	39
4.4.2 Program Dimmer dan Sensor Cahaya	40
4.4.3 Program Mode Otomatis dan Manual	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 (a) Rangkaian ekuivalen, (b) Simbol rangkaian.....	9
Gambar 2 Simbol dan gelombang DIAC	10
Gambar 3 Skematik <i>zero crossing detector</i>	10
Gambar 4 Arduino uno.....	12
Gambar 5 <i>Photodiode</i>	13
Gambar 6 Sensor <i>passive infrared</i>	13
Gambar 7 Sistem kerja sensor PIR.....	14
Gambar 8 Modul <i>AC light dimmer</i>	14
Gambar 9 Prinsip kerja panel surya	15
Gambar 10 Diagram alir pelaksanaan program	16
Gambar 11 Rangkaian penyuplai daya	18
Gambar 12 Tampilan panel surya	19
Gambar 13 Komponen penyuplai daya.....	19
Gambar 14 Rangkaian sistem kontrol	20
Gambar 15 Penempatan sensor	20
Gambar 16 <i>Box control</i>	21
Gambar 17 Tampilan luar <i>box control</i>	21
Gambar 18 Komponen sistem kontrol	22
Gambar 19 Diagram alur kerja alat.....	24
Gambar 20 Spesifikasi replika ruangan	27
Gambar 21 Hasil rancangan rangkaian kontrol.....	28
Gambar 22 Sensor <i>photodiode</i>	28
Gambar 23 Sensor PIR.....	29
Gambar 24 Hasil rancangan rangkaian penyuplai daya.....	29
Gambar 25 Panel surya	30
Gambar 26 Pengujian sensor cahaya photodiode.....	31
Gambar 27 Pengujian sensor gerak pir	31
Gambar 28 Pengujian <i>AC light dimmer</i>	32
Gambar 29 Pengujian sistem kontrol	32
Gambar 30 Pengujian sistem pembangkitan energi listrik.....	33
Gambar 31 Grafik hubungan antara %pencahayaan dengan arus.....	34
Gambar 32 Grafik hubungan antara %pencahayaan dengan daya.....	35
Gambar 33 Grafik karakteristik intensitas cahaya	36
Gambar 34 Grafik karakteristik perubahan dimmer	36
Gambar 35 Grafik konsumsi daya pada dimmer.....	37
Gambar 36 Mode otomatis dan manual	43

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Tingkat pencahayaan direkomendasikan	6
Tabel 2 Sinyal <i>zero crossing</i>	11
Tabel 3 Hasil pengukuran intensitas lampu	11
Tabel 4 Daftar alat.....	17
Tabel 5 Daftar bahan.....	17
Tabel 6 Sistem kerja alat	23
Tabel 7 Spesifikasi lampu	25
Tabel 8 Spesifikasi arduino uno	26
Tabel 9 Hasil pengujian sensor <i>photodiode</i>	33
Tabel 10 Hasil pengujian sensor gerak	34
Tabel 11 Hasil pengujian panel surya	38
Tabel 12 Hasil pengujian inverter	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Spesifikasi lux meter	49
Lampiran 2 Gambar alat.....	49
Lampiran 3 Gambar pengujian.....	51
Lampiran 4 Program arduino	54
Lampiran 5 Titik lampu	57
Lampiran 6 Tingkat pencahayaan yang direkomendasikan (SNI 6197:2011).....	58
Lampiran 7 Pengukuran intensitas pencahayaan (SNI 7062:2019)	60

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa dipanjatkan ke hadirat Allah SWT yang dengan rahmat dan hidayah-Nya serta salam kepada Nabi Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “RANCANG BANGUN SISTEM PENGATUR PENCAHAYAAN RUANGAN DENGAN SUPLAJ LISTRIK PANEL SURYA”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Pada penulisan skripsi ini, penulis banyak dihadapkan dengan berbagai hambatan, akan tetapi berkat adanya bimbingan, dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Olehnya itu, melalui kesempatan ini penulis juga mengucapkan penghargaan dan banyak terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, yang telah senantiasa memberikan kesempatan, berkat, akal budi, pengetahuan, dan segala yang tak terhitung jumlahnya untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua penulis Achmad. M dan Syuhra atas segala doa, jasa, motivasi dan dukungan yang telah diberikan dan yang senantiasa mengingatkan penulis untuk menyelesaikan skripsi secepatnya.
3. Bapak Yusri Syam Akil, ST., MT., Ph.D. sebagai Dosen pembimbing I yang selalu menyediakan waktu, tenaga, pikiran, dan perhatian yang luar biasa dalam mengarahkan dan membimbing penulis.
4. Dr. Yusran, ST., MT. sebagai Dosen pembimbing II yang selalu menyediakan waktu, tenaga, pikiran, dan perhatian yang luar biasa dalam mengarahkan penulis.
5. Ibu Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T. sebagai Ketua Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Muncha House sebagai kelompok kreatif yang sangat membantu penulis dalam menyelesaikan project ini.
7. Seluruh Dosen dan Staf Akademik Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang senantiasa membagi ilmu dan wawasan.

8. Nur Rifqah Muchlis yang setia menyemangati dan membantu penulis dalam melakukan seluruh kegiatan penelitian hingga selesainya tugas akhir ini.
9. Dan untuk semua pihak yang tak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini

Penulis tak lupa panjatkan doa keberhasilan, kesuksesan, kesejahteraan, keselamatan dan diangkat derajatnya oleh Allah SWT dalam menata perjalanan karir di masa datang kepada seluruh pihak yang telah membantu. Penulis berharap agar konsep Alat Pengendali Peralatan Listrik Rumah Tangga Berbasis Smartphone dapat memberikan manfaat sebesar – besarnya bagi penulis maupun pembaca.

Gowa, 16 Agustus 2023



Penulis

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lampu merupakan sumber penerangan saat kita beraktivitas. Semakin tinggi fokus yang dibutuhkan dari sebuah aktivitas, maka semakin terang cahaya lampu yang kita butuhkan. Demikian juga sebaliknya, semakin rendah fokus dari sebuah aktivitas, maka semakin redup cahaya lampu yang kita butuhkan. Saat ini, belum ada teknologi sensor yang dapat bekerja untuk meraba tinggi-rendahnya aktivitas satu/beberapa orang dalam sebuah ruangan. Pada umumnya lampu itu sendiri, diproduksi dengan konsep satu kekuatan cahaya (Anisa Siti, 2020).

Pengaturan lampu sangat penting karena dapat mempengaruhi intensitas cahaya pada ruangan. Pencahayaan merupakan banyaknya penyinaran yang ada pada suatu bidang dan tidak menimbulkan kesilauan dengan intensitas sesuai dengan fungsi ruangnya. Intensitas cahaya dihitung dengan satuan lux dan dapat diukur menggunakan lux meter. Intensitas cahaya yang dibutuhkan di ruang kerja minimal 100 lux (Kepmenkes, 2002). Kuat pencahayaan minimum yang direkomendasikan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI 6197:2011) untuk ruang kelas adalah 350 dan untuk laboratorium adalah 500 lux (BSN, 2011).

Sistem pengaturan lampu yang baik juga dapat meningkatkan efisiensi energi dari penggunaan lampu. Efisiensi energi bisa dimaksimalkan dengan memakai pencahayaan alami di siang hari, tata letak lampu penerangan yang tepat, pemakaian lampu hemat energi dan pemakaian peralatan listrik yang hemat energi (Dwisnanto & Felsy, 2016).

Pengurangan konsumsi listrik dari pemakaian sehari-hari dapat digunakan dari energi terbarukan, diantara banyak sumber energi terbarukan yang mudah didapat, energi matahari memiliki potensi yang paling menjanjikan. Energi matahari atau energi surya adalah sumber energi yang berasal dari cahaya matahari yang sampai ke permukaan bumi. Berdasarkan siaran pers dari Kementerian ESDM tahun 2021, potensi energi surya di Indonesia mencapai 200.000 MW, sementara energi surya yang dimanfaatkan saat ini baru sekitar 150 MW atau 0,08%. Padahal, Indonesia merupakan negara khatulistiwa yang seharusnya bisa lebih

mengembangkan energi surya. Panel surya sebagai salah satu pembangkit energi terbarukan, atau sering disebut juga dengan *photovoltaic*. Apabila sistem pengaturan pencahayaan yang disuplai dengan panel surya akan sangat efektif untuk mengurangi konsumsi energi listrik akibat penggunaan lampu sebagai pencahayaan dalam ruangan.

Umumnya rumah memiliki ventilasi/instalasi pencahayaan yang banyak dan membiarkan banyak cahaya matahari masuk dalam ruangan. Namun terjadi kelemahan pada saat malam hari dan mendung/hujan, dimana pengaruh cahaya matahari terhadap ruangan menjadi kecil sehingga diperlukan penerangan tambahan seperti lampu untuk kondisi ini (Dwisnanto & Felsy, 2016).

Sistem pengaturan lampu penerangan ruangan pada umumnya hanya menggunakan prinsip *on/off*, yaitu dengan prinsip menyalakan lampu pada saat ruangan pada kondisi gelap dan mematikan lampu pada saat ruangan pada kondisi terang. Sistem ini masih memiliki kekurangan yaitu dalam hal efektifitas, karena sistem ini tidak menghiraukan pengaruh dan kontribusi dari pencahayaan dari luar yaitu pencahayaan matahari (Dwisnanto & Felsy, 2016).

Lampu merupakan salah satu peralatan listrik yang mengkonsumsi listrik yang cukup besar karena termasuk kebutuhan utama untuk penerangan. Salah satu hal yang bisa dilakukan untuk mengurangi konsumsi daya listrik dari penggunaan lampu adalah mengontrol intensitas cahaya yang ada pada ruangan sesuai dengan kebutuhan. Suatu sistem perlu dirancang sehingga dapat mengatur pencahayaan pada ruangan guna menghemat penggunaan energi listrik dengan cara mengatur tingkat pencahayaan ruangan secara otomatis menyesuaikan dengan kondisi cahaya dari luar serta menentukan tingkat penerangan yang dilakukan oleh lampu. Apabila terdapat sumber cahaya dari luar, seperti cahaya matahari yang dapat memenuhi kebutuhan pencahayaan ruangan, maka lampu dapat otomatis dimatikan (Dwisnanto & Felsy, 2016).

Penelitian (Marzuki, 2019) melakukan perancangan dan pembuatan sistem penyalan lampu otomatis dalam ruangan berbasis arduino menggunakan sensor gerak dan sensor cahaya. Namun, pada penelitian ini masih melakukan pengaturan lampu secara *on/off*, sehingga pengaturan intensitas cahaya tidak diberikan, serta tidak meninjau aspek penempatan lampu. Selanjutnya penelitian (Andryadi &

Nugraha, 2021) membuat optimalisasi kualitas pencahayaan dalam suatu ruangan berdasarkan pada keseimbangan kebutuhan manusia, efisiensi energi, dan pertimbangan arsitektur dengan menggunakan metode *fuzzy logic control*. Pada penelitian ini belum ada digunakan sensor sehingga masih kurang dalam inovasi teknologi. Penelitian lainnya (Haryanto & Puspasari, 2017) membuat rancang bangun monitoring penerangan ruangan menggunakan kamera berbasis komputer dengan metode *fuzzy*. Pada penelitian ini hanya membuat rancangan monitoring namun tetap suplai tegangan dari sumber DC namun bukan panel surya sehingga tidak banyak yang bisa digunakan pada pengimplementasian langsung di lampu.

Berdasarkan analisis dari penelitian terdahulu didapatkan beberapa kekurangan yang dapat dikembangkan diantaranya pengaturan lampu masih bersifat konstan (*on/off*), pengaturan sumber cahaya ruangan hanya pada 1 titik, serta penggunaan lampu yang masih menggunakan sumber arus searah atau DC.

Berdasarkan permasalahan dan solusi dari penelitian terdahulu dibuatlah rancang bangun sistem pengaturan pencahayaan ruangan dengan yang dapat mengatur variasi intensitas cahaya ruangan menggunakan AC *light dimmer*, sensor cahaya *photodiode*, dan sensor gerak *passive infrared* yang dikontrol menggunakan arduino uno dengan suplai listrik panel surya. Sistem ini bekerja dengan mengontrol cahaya lampu AC menggunakan AC *light dimmer* yang dapat mempertahankan intensitas cahaya ruangan secara lebih menyeluruh, serta menggunakan sensor PIR untuk mendeteksi keberadaan manusia dalam ruangan sebagai syarat nyala lampu. Sistem pengaturan pencahayaan dan lampu sebagai sumber cahaya disuplai dengan panel surya sehingga dapat lebih meningkatkan efisiensi dari sistem pengaturan lampu.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan diselesaikan melalui penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang sistem pengatur pencahayaan ruangan dengan AC *light dimmer* serta penggunaan sensor cahaya *photodiode* dan sensor gerak PIR yang berbasis arduino dengan suplai daya panel surya pada lampu dan sistem kontrol?

2. Bagaimana menguji unjuk kerja sistem pengatur pencahayaan ruangan dengan *AC light dimmer* serta penggunaan sensor cahaya *photodiode* dan sensor gerak PIR yang berbasis arduino dengan suplai daya panel surya pada lampu dan sistem kontrol?
3. Bagaimana menguji unjuk kerja sistem pembangkitan, penyimpanan, dan penyuplaian daya panel surya untuk lampu dan sistem kontrol?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari Penelitian ini adalah:

1. Merancang sistem yang dapat membantu meningkatkan penghematan listrik akibat penggunaan lampu dengan teknologi pengatur pencahayaan ruangan menggunakan *AC light dimmer* dengan sensor cahaya *photodiode* dan sensor gerak PIR yang berbasis arduino dengan suplai daya panel surya pada lampu dan sistem kontrol.
2. Menganalisis kinerja dari *AC light dimmer* sebagai pengatur cahaya serta sensor cahaya *photodiode* dan sensor gerak PIR sebagai sistem deteksi cahaya dan gerakan pada ruangan.
3. Menganalisis kinerja sistem pembangkitan, penyimpanan, dan penyuplaian daya panel surya pada lampu dan sistem kontrol.

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan:

1. Memberikan solusi berupa teknologi yang dapat mengatur penggunaan lampu sebagai pencahayaan pada ruangan guna mengurangi konsumsi listrik akibat penggunaan lampu.
2. Sebagai sumber referensi perkembangan teknologi sistem pengaturan lampu otomatis yang tepat guna.
3. Dapat dimanfaatkan bagi masyarakat luas yang menggunakan sistem pengaturan lampu ruangan otomatis.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada:

1. Monitoring dan kontroling pada sistem ini menggunakan *AC light dimmer* dengan dengan sensor cahaya *photodiode* dan sensor gerak PIR yang berbasis arduino.
2. Penggunaan panel surya berfungsi sebagai sumber energi listrik pada lampu dan sistem kontrol.
3. Membuat prototipe teknologi yang menggambarkan penerapan teknologi pengaturan pencahayaan ruangan dengan suplai panel surya untuk membantu meningkatkan penghematan energi listrik akibat penggunaan lampu yang dibuat dalam skala 1:4.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kebutuhan Pencahayaan Ruang

Pencahayaan merupakan jumlah penyinaran yang dibutuhkan pada suatu bidang kerja untuk melaksanakan kegiatan secara efektif. Agar pencahayaan memenuhi persyaratan kesehatan, salah satu faktor yang dapat dilaksanakan adalah mengupayakan pencahayaan yang tidak menimbulkan kesilauan dan memiliki intensitas sesuai dengan fungsi ruangnya. Pengukuran Intensitas Penerangan dapat menggunakan alat luxmeter (Permenkes, 2002).

Setiap ruangan membutuhkan intensitas pencahayaan/kuat penerangan yang berbeda-beda sesuai penggunaan dan aktivitas dalam ruangan yang berbeda-beda pula. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 6197:2011), intensitas cahaya / tingkat pencahayaan dan renderasi warna yang direkomendasikan untuk berbagai fungsi ruangan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Tingkat pencahayaan direkomendasikan

Fungsi Ruangan	Tingkat Pencahayaan (lux)
Rumah Tinggal	
Teras	60
Ruang Tamu	150
Ruang makan	250
Ruang kerja	300
Kamar tidur	250
Kamar mandi	250
Dapur	250
Garasi	60

Sumber: SNI 6197:2011 (4.2.1)

Luminansi adalah ukuran untuk terang suatu permukaan benda. Luminansi yang terlalu terang atau berlebihan menyebabkan silau pada mata, misalnya sebuah lampu pijar tanpa armatur. Luminansi dilambangkan dengan huruf L, dengan satuannya candela per cm² atau besar intensitas cahaya dibagi dengan luas semua permukaannya. berikut persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung besar luminasi ruangan.

$$L = \frac{I}{As} \quad (1)$$

keterangan:

L : Luminasi dalam satuan cd/cm^2

I : Intensitas cahaya dalam satuan cd

A_s : Luas permukaan dalam satuan m^2

Iluminasi atau intensitas pencahayaan adalah fluks cahaya yang jatuh pada suatu bidang permukaan. Satuan intensitas pencahayaan ini adalah lumen/m atau lux. Sehingga nilai 1 lux sama dengan 1 lumen per meter persegi. Intensitas pencahayaan atau iluminasi ini disimbolkan dengan huruf E . Berikut cara menghitung nilai iluminasi rata-rata pada suatu ruangan.

$$E \text{ rata - rata} = \frac{\phi}{A} \quad (2)$$

keterangan:

ϕ : Flux cahaya ($\text{lux} \cdot \text{m}^2$)

E : Iluminasi atau Intensitas Pencahayaan (lux atau Lumen/m)

A : Luas bidang kerja (m^2) (Azriyenni et al., 2019).

2.2 Teknik Pengukuran Intensitas Penerangan

Pengukuran intensitas cahaya ruangan bertujuan untuk mengukur efektivitas dari penerangan yang diberikan di dalam ruangan, pengukuran intensitas cahaya dilakukan menggunakan lux meter dengan satuan lux. Berikut langkah-langkah pengukuran intensitas pencahayaan ruangan.

1. Hidupkan lux meter.
2. Pastikan rentang skala pengukuran lux meter sesuai dengan intensitas pencahayaan yang diukur.
3. Buka penutup sensor.
4. Lakukan pengecekan, pastikan pembacaan yang muncul di layar menunjukkan angka nol saat sensor ditutup rapat.
5. Bawa alat ke tempat titik pengukuran yang telah ditentukan.
6. Lakukan pengukuran dengan ketinggian sensor alat 0,8 m dari lantai untuk pengukuran intensitas pencahayaan umum.
7. Baca hasil pengukuran pada layar setelah menunggu beberapa saat sehingga didapatkan nilai angka yang stabil (BSN, 2019).

2.3 Penghematan Energi Listrik

Salah satu cara untuk mengendalikan penggunaan peralatan listrik seperti lampu adalah dengan menggunakan saklar otomatis. Hal ini bertujuan untuk mengurangi pemborosan energi listrik dan memudahkan dalam penggunaannya. Penggunaan saklar otomatis dapat mengurangi tingkat keborosan penggunaan energi listrik karena pengaturan yang disesuaikan dengan kebutuhan pengguna, misalnya seseorang lupa mematikan lampu ruangan toilet dengan 30W dari malam hingga pagi selama 6 jam, penggunaan energi listrik yang terpakai secara percuma sebesar:

$$E = \text{Daya yang digunakan} \times \text{waktu}$$

$$E = 30 \times 6 = 180 \text{ Wh} = 0,18 \text{ kWh}$$

Apabila lampu dimatikan selama 6 jam, hal tersebut dapat meningkatkan penghematan energi listrik sebesar 180 Wh. Apabila hal tersebut diterapkan pada ruangan lain maka penghematan energi listrik dapat lebih meningkat sehingga mengurangi tagihan rekening listrik dari perusahaan listrik Negara (PLN) yang dihitung dalam Rp/kWh perbulannya.

2.4 Dimmer

2.4.1 Pengertian Dimmer

Dimmer berfungsi mengatur persentase intensitas cahaya lampu mulai dari redup hingga terang (%pencahayaan). Dalam rangkaian dimmer terdiri dari 3 komponen yang mengatur kinerja dari dimmer.

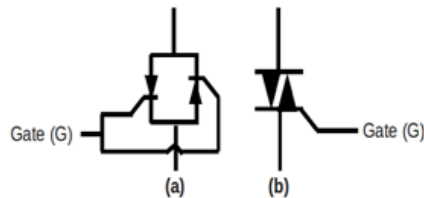
Komponen TRIAC (*triode for alternating current*) atau trioda untuk arus bolak balik yang berfungsi untuk mengatur besaran tegangan AC yang masuk ke perangkat lampu ini. Serta komponen DIAC (*diode alternating current*) dan resistor variabel berfungsi untuk mengatur bias TRIAC guna menentukan titik *on* dan *off* pada komponen TRIAC ini (Sriwidodo, 2018).

2.4.2 Triac

TRIAC boleh dikatakan SCR (*silicon controlled rectifier*) adalah thyristor yang *uni-directional* atau satu arah, karena ketika *on* hanya bisa melewati arus satu arah saja yaitu dari anoda menuju katoda. Struktur TRIAC sebenarnya adalah sama dengan dua buah SCR yang arahnya bolak-balik dan kedua gate-nya disatukan.

TRIAC biasa juga disebut *thyristor bi-directional*. TRIAC bekerja mirip seperti SCR yang paralel bolak-balik, sehingga dapat melewatkan arus dua arah (Sriwidodo, 2018).

TRIAC merupakan tipe SCR yang bekerja secara *bidirectional*. Pada TRIAC terdapat sebuah terminal *gate* (G) yang digunakan untuk pemicu (trigger) prategangan maju (Herlan & Brilliant, 2009).

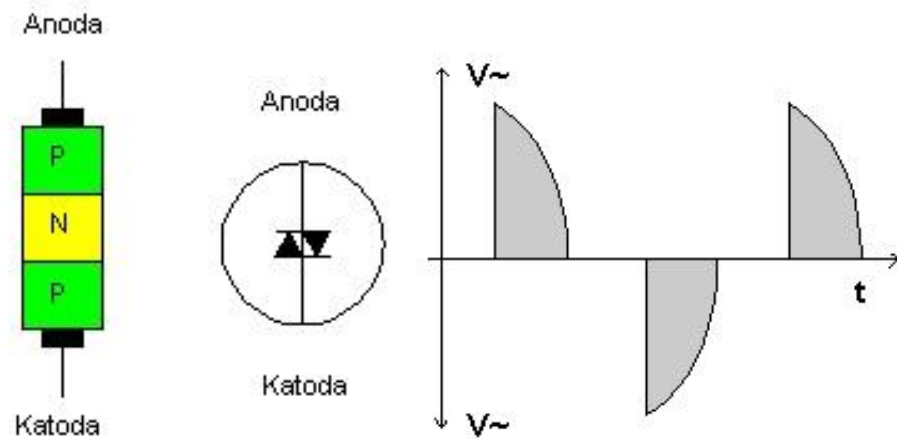


Gambar 1 (a) Rangkaian ekuivalen, (b) Simbol rangkaian
Sumber: Herlan & Brilliant, 2009 (3)

2.4.3 Diac

DIAC bukanlah termasuk keluarga thyristor, namun prinsip kerjanya membuat ia digolongkan sebagai thyristor. DIAC dibuat dengan struktur PNP (*positif-negatif-positif*) mirip seperti transistor. Lapisan N pada transistor dibuat sangat tipis sehingga elektron dengan mudah dapat menyeberang menembus lapisan ini. Sedangkan pada DIAC, lapisan N dibuat cukup tebal sehingga elektron cukup sukar untuk menembusnya. Struktur DIAC yang demikian dapat juga dipandang sebagai dua buah dioda PN dan NP, sehingga dalam beberapa literatur DIAC digolongkan sebagai diode.

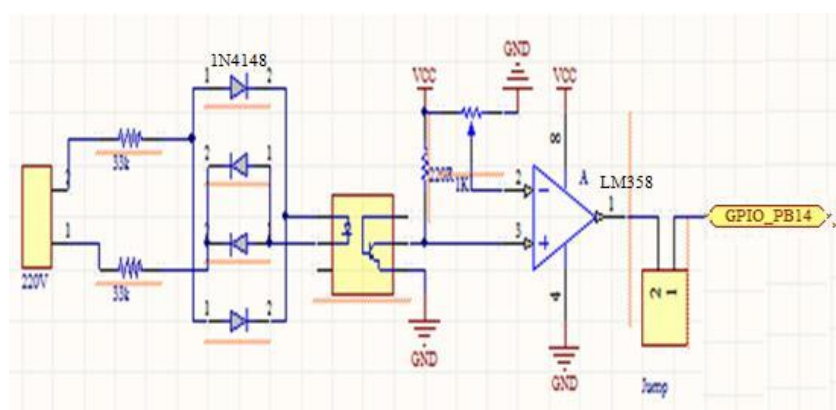
DIAC hanya bekerja pada tegangan *breakdown* tertentu barulah DIAC dapat menghantarkan arus. Arus yang dihantarkan tentu saja bisa bolak-balik dari anoda menuju katoda dan sebaliknya. Kurva karakteristik DIAC sama seperti TRIAC, tetapi yang hanya perlu diketahui adalah berapa tegangan *breakdown*-nya. DIAC umumnya dipakai sebagai pemicu TRIAC agar *on* pada tegangan input tertentu yang relatif tinggi (Sriwidodo, 2018).



Gambar 2 Simbol dan gelombang DIAC
Sumber: Sriwidodo, 2018 (2.6)

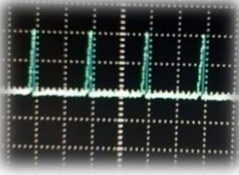
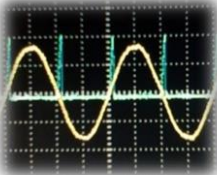
2.4.4 Zero Crossing

Zero Crossing adalah rangkaian yang digunakan untuk mendeteksi gelombang sinus AC 220 V saat melewati titik tegangan nol. Titik nol yang dideteksi adalah peralihan dari positif menuju negatif dan peralihan dari negatif menuju positif. Seberangan-seberangan titik nol ini merupakan acuan yang digunakan sebagai awal pemberian nilai waktu tunda untuk pemicuan triac. Dengan menggunakan rangkaian *zero crossing detector* ini, kita dapat mendeteksi *zeropoint* sekaligus mengubah suatu sinyal sinusoidal (*sine wave*) menjadi sinyal kotak (*square wave*). Perpotongan titik nol yang terdeteksi adalah pada saat peralihan dari siklus positif menuju siklus negatif dan peralihan dari siklus negatif menuju siklus positif. Sinyal acuan (*zero point*) akan digunakan sebagai interupsi eksternal mikrokontroler dan selanjutnya mikrokontroler akan mengatur dan membangkitkan sinyal PWM untuk memicu gate TRIAC (Dewi, 2016).



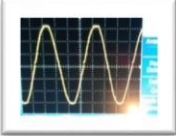

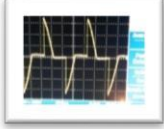



Gambar 3 Skematik *zero crossing detector*
Sumber: Dewi, 2016 (2.1)

Tabel 2 Sinyal *zero crossing*

Nilai tegangan	Gambar sinyal	Keterangan
5 V		sinyal hasil deteksi <i>zero crossing</i>
5 V DC dan 220 V AC		sinyal hasil deteksi <i>zero crossing</i> dan sinyal sinusoidal 220 V dari PLN

Sumber: Dewi, 2016 (4.6)

Tabel 3 Hasil pengukuran intensitas lampu

Nilai tegangan	Gambar sinyal	Nyala lampu	Keterangan
220 V			Cahaya lampu terang maksimal
55 V			Cahaya lampu sedang
12 V			Cahaya lampu redup

Sumber: Dewi, 2016 (4.8)

2.5 Perancangan Sistem Kontrol

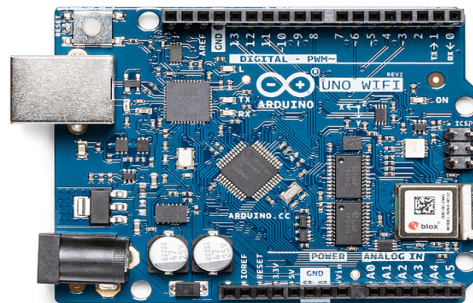
2.5.1 Arduino

Arduino merupakan *platform hardware* yang bersifat *open source* yang bisa digunakan oleh siapa saja yang ingin membuat purwarupa peralatan elektronik interaktif berdasarkan *hardware* dan *software* yang fleksibel yang mudah digunakan. Program yang digunakan pada arduino mirip dengan Bahasa C. Arduino

merupakan bagian dari mikrokontroler ATmega yang dirilis oleh Atmel prosesor, namun terdapat perusahaan yang membuat arduino dengan menggunakan mikrokontroler yang lain namun tetap kompatibel dengan arduino level *hardware* (Sasmoko, 2021).

Arduino merupakan kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *integrated development environment (IDE)* yang canggih. IDE adalah sebuah *software* yang digunakan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner dan meng-upload ke dalam memori mikrokontroler. Proyek yang telah dikembangkan oleh akademisi dan profesional dengan menggunakan arduino sudah lumayan banyak, selain itu juga ada banyak modul-modul pendukung (sensor, tampilan, penggerak dan sebagainya) yang dibuat oleh pihak lain untuk bisa disambungkan dengan arduino. Arduino berevolusi menjadi sebuah platform karena ia menjadi pilihan dan acuan bagi banyak praktisi (Fachry, 2021).

Arduino banyak digunakan adalah karena bersifat *open source* mulai dari *software*, *hardware*, maupun diagram rangkaian elektronik arduino, sehingga orang bebas dalam mengunduh gambar rangkaian maupun *software* yang digunakan, serta dapat membeli komponennya. Arduino dapat dirangkai dan dibuat dalam PCB tanpa harus membayar kepada pihak arduino.



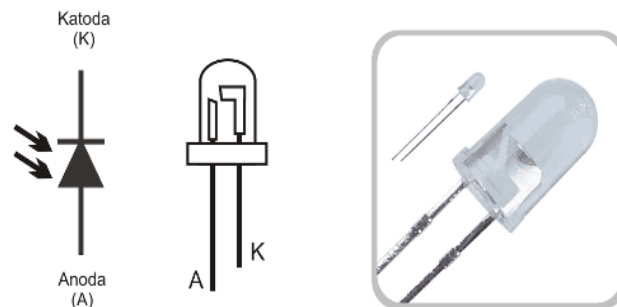
Gambar 4 Arduino uno

Sumber: (<https://store.Arduino.cc/products/Arduino-uno-wifi-rev2>)

2.5.2 Sensor Cahaya *Photodiode*

Sensor cahaya adalah komponen elektronika yang berfungsi mengubah suatu besaran optik (cahaya) menjadi besaran elektrik. Sensor cahaya berdasarkan perubahan elektrik yang dihasilkan. Salah satu sensor cahaya jenis fotokonduktif adalah sensor *photodiode*. Sensor *photodiode* dapat merespon stimulus berupa

cahaya tampak maupun tidak tampak dan mengkonversi intensitas cahaya yang terdeteksi menjadi arus.



Gambar 5 *Photodiode*

Sumber: (<https://akumaubelajar.com/ilmu-alam/sensor-photodiode>)

Photodiode merupakan diode yang memiliki resistansi yang berubah-ubah jika diberi sinaran cahaya. *Photodiode* memiliki resistansi yang tergantung intensitas cahaya yang diterimanya, jadi semakin besar cahaya yang diterima maka semakin kecil resistansi dari *photodiode*. Sensor *photodiode* mengubah besaran cahaya menjadi perubahan konduktansi atau kemampuan untuk menghantarkan arus listrik (Setyaningsih et al., 2017).

2.5.3 Sensor Gerak (*Passive Infrared*)

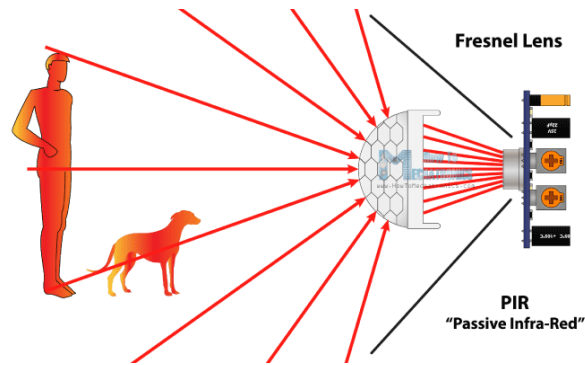
Sensor PIR merupakan sensor gerak yang bekerja mendeteksi pancaran sinar inframerah yang bersifat pasif atau tidak memancarkan sinar inframerah tetapi berfungsi menerima radiasi sinar inframerah dari luar. Sensor PIR hanya merespon pancaran sinar inframerah pasif dari setiap benda yang terdeteksi oleh sensor (Desmira et al., 2020).



Gambar 6 Sensor *passive infrared*

Sumber: (<https://www.edukasielatronika.com/2020/09/sensor-pir-passive-infrared-receiver.html>)

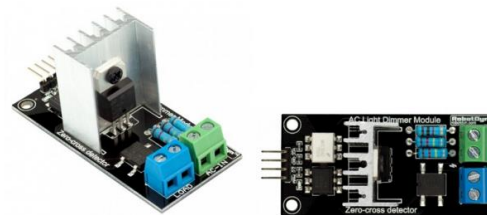
Sensor PIR hanya menerima pancaran sinar infra merah dari tubuh manusia maupun hewan yang dijangkaunya. Suhu tubuh permukaan manusia antara 36°C - 27°C dan memancarkan energi dengan rentang panjang gelombang 8 - 12 μm , gelombang tersebut lah yang diterima oleh sensor (Robu in, 2020).



Gambar 7 Sistem kerja sensor PIR
 Sumber: (<https://robu.in/pir-sensor-working-principle/>)

2.5.4 Modul AC Light Dimmer

Modul *AC light dimmer* adalah rangkaian elektronik yang berfungsi untuk memodifikasi bentuk sinyal AC murni menjadi sinyal terpotong-potong sehingga daya keluaran bisa diatur. Modul ini bekerja dengan pengaturan PWM pada frekuensinya. Keluaran *AC light dimmer* pada lampu akan terlihat berkedip jika frekuensi tidak sama, untuk mengatasi permasalahan tersebut modul ini didesain dengan penggunaan frekuensi yang lebih tinggi dari frekuensi sinyal AC (Bagaskara, 2019).



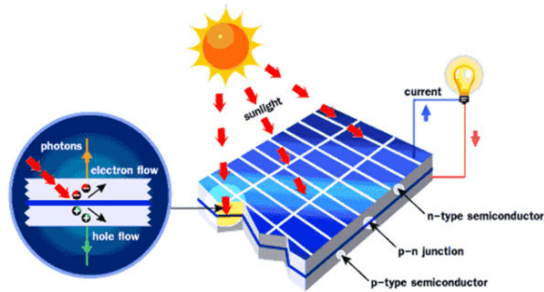
Gambar 8 Modul *AC light dimmer*
 Sumber: (<https://www.semesin.com/project/2018/05/01/dimmer-pwm-Arduino/>)

2.5.5 Panel Surya

Sinar matahari yang mengenai permukaan bumi dapat dikonversikan menjadi energi listrik melalui solar sel. Solar sel terbuat dari bahan semikonduktor. Solar sel memanfaatkan energi matahari untuk menghasilkan energi listrik DC. Energi listrik yang dibangkitkan oleh solar sel tunggal sangat kecil sehingga dibutuhkan beberapa solar sel yang digabungkan menjadi sebuah panel yang disebut dengan panel surya atau panel solar *photovoltaic* (Harmini, 2018).

Prinsip kerja dari panel surya adalah jika cahaya matahari mengenai panel surya, maka elektron-elektron yang ada pada sel surya akan bergerak dari N ke P,

sehingga pada terminal keluaran dari panel surya akan menghasilkan energi listrik, besarnya energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya berbeda-beda tergantung dari jumlah sel surya yang dikombinasikan didalam panel surya tersebut (Nandika & Pamor, 2018).



Gambar 9 Prinsip kerja panel surya

Sumber: (<https://www.sanspower.com/panel-surya-prinsip-kerja-dan-kegunaan-yang-bisa-didapatkan.html>)