

## BAB III

### METODE PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan metode penelitian yang digunakan, diagram alir penelitian, alat dan bahan yang digunakan, dan prosedur penelitian yang dilakukan.

#### 3.1. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan terdiri dari beberapa tahap;

- 1) Tahap 1 meliputi pengujian kepekaan sensor *passive infrared* HC-SR501 untuk menentukan jarak deteksi terjauh yang dijangkau oleh sensor dan karakterisasi sensor *light dependent resistor* untuk melihat hubungan intensitas cahaya yang jatuh pada LDR dengan tegangan listrik LDR.
- 2) Tahap 2 yaitu pembuatan seluruh sistem penyalan lampu otomatis yang sudah didesain dan pengecekan apakah desain yang sudah dibuat bekerja sesuai fungsinya atau tidak.
- 3) Tahap 3 adalah pengukuran besar intensitas cahaya lampu yang jatuh pada meja dengan tiga variasi tinggi lampu. Intensitas cahaya diukur pada titik-titik sepanjang rangkaian kontrol lampu dengan jarak 10 cm tiap titik. Tujuan tahap ini adalah penentuan cukup terang atau tidaknya cahaya lampu tanpa sumber cahaya luar.
- 4) Tahap 4 adalah mengukur besar arus dan tegangan pada Lampu 1, Lampu 2, dan seluruh rangkaian. Tujuan tahap ini adalah menentukan besar daya listrik yang dibutuhkan sistem dan membandingkannya dengan daya listrik yang dibutuhkan sistem kontrol lampu manual.

#### 3.2. Alat dan Bahan

Berikut adalah alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian.

*Tabel 3.1 Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian.*

No	Alat dan Bahan	Jumlah
1	Arduino Uno	1 buah
2	Modul <i>relay</i>	2 buah
3	Sensor <i>Passive Infrared</i>	2 buah
4	<i>Light Dependent Resistor</i>	1 buah
5	<i>Breadboard</i>	2 buah

6	Resistor 10.000 ohm	1 buah
7	Lampu LED	2 buah
8	Multimeter digital	1 buah
9	Kabel USB Arduino	1 buah
10	<i>Laptop</i>	1 buah
11	Kayu panjang	3 buah
12	Meja kayu 40 cm	2 buah

Berikut adalah perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian.

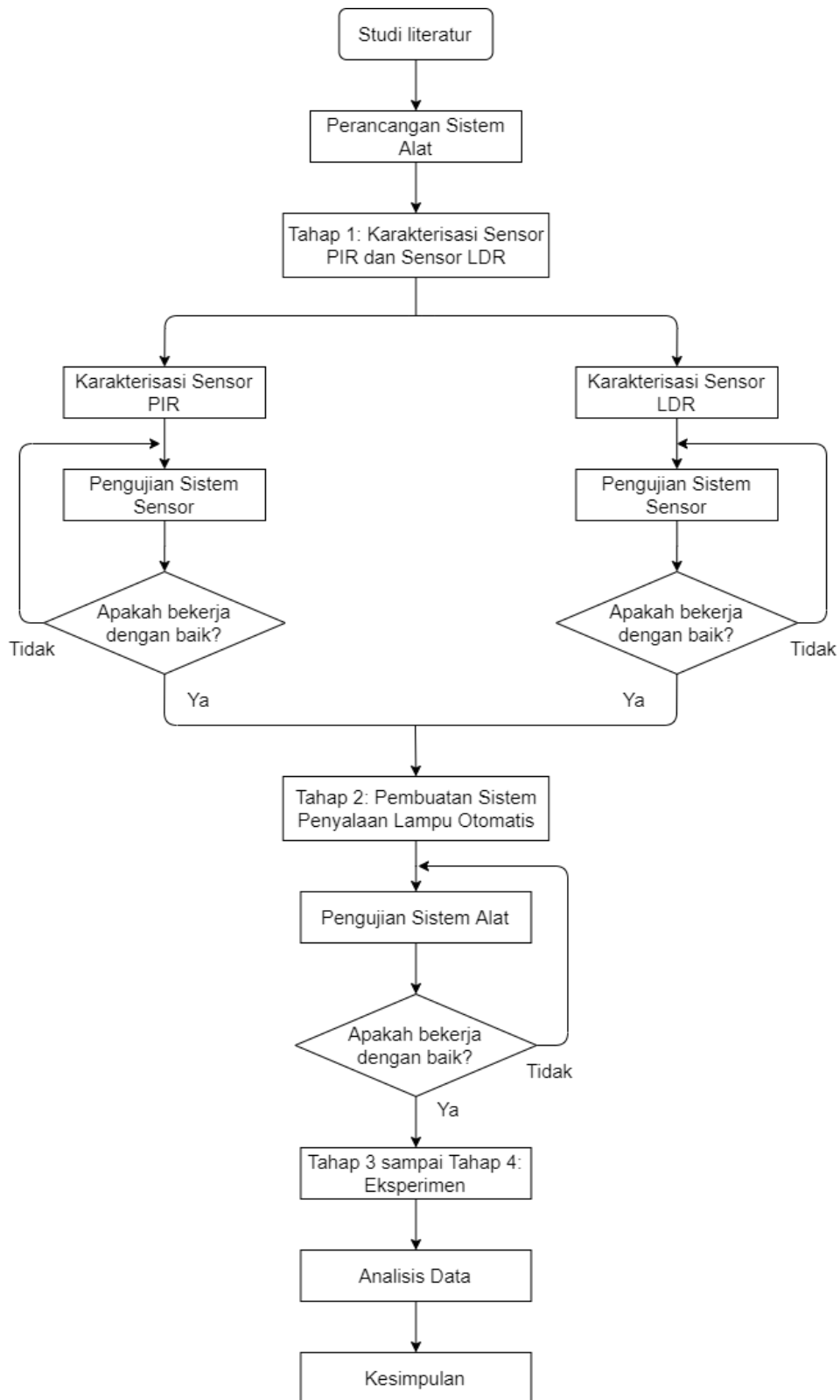
*Tabel 3.2 Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian*

No	Nama Perangkat Lunak
1	Arduino IDE
2	Microsoft Office Excel

Program *Arduino IDE* digunakan untuk membuat program sistem keseluruhan dan karakterisasi setiap sensor. Microsoft Office Excel digunakan untuk mengolah data hasil penelitian.

### 3.3. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir yang menggambarkan proses penelitian dapat ditunjukkan pada gambar berikut ini.



Gambar 3.1 Diagram alir tata laksana penelitian.

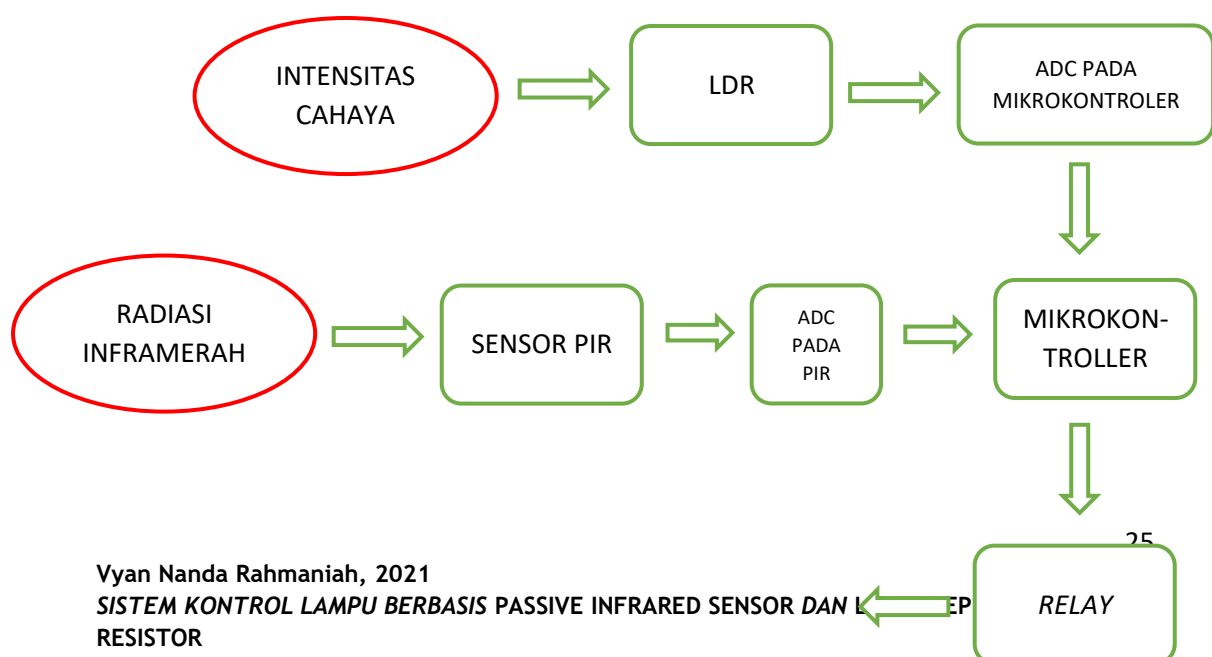
Gambar 3.1 menunjukkan diagram alir dari penelitian yang dilakukan. Pengujian sensor dilakukan untuk mengetahui karakteristik sensor PIR dan LDR. Karakteristik sensor PIR yang dicari adalah jarak terjauh yang terjangkau area deteksi sensor, sementara karakteristik sensor LDR yang dicari adalah hubungan besar intensitas cahaya yang jatuh pada sensor dengan besar tegangan listrik sensor saat menerima intensitas cahaya tersebut. Setelah langkah tersebut, dilakukan pembuatan dan pengujian sistem nyala lampu otomatis. Sistem dikatakan bekerja jika kedua sinyal yang didapatkan oleh sensor PIR dan LDR dapat menyalakan lampu sesuai dengan perintah dari mikrokontroler. Selanjutnya adalah pengambilan data berupa intensitas cahaya lampu yang jatuh pada permukaan meja dan tegangan dan arus listrik rangkaian.

### 3.2.1. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pengkajian mengenai penggunaan daya listrik rata-rata di dalam ruangan, dalam penelitian ini ruang kelas yang menjadi objek penelitian. Besar intensitas cahaya yang pada umumnya diperlukan dalam ruang kelas juga dicari. Kemudian, pengkajian selanjutnya yaitu cara kerja sensor PIR yang dipengaruhi oleh gelombang inframerah yang dikeluarkan manusia akibat panas tubuh serta cara kerja sensor LDR mendeteksi cahaya dan mengintegrasikan kedua cara kerja sensor dengan pemrograman Arduino.

### 3.2.2. Perancangan Sistem Alat

Sebelum membuat rangkaian untuk simulasi, dibuat rancangan model sistem yang menggambarkan sistem secara garis besar.

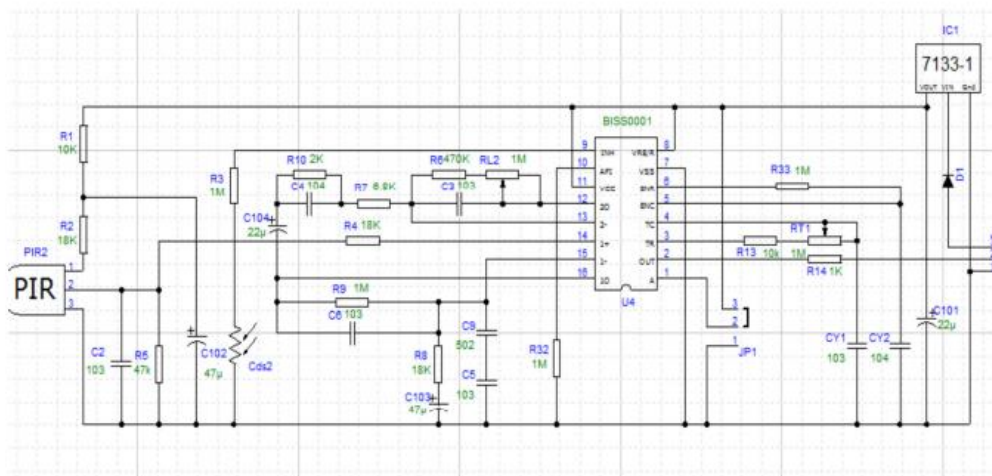


## LAMPU

Gambar 3.2 Diagram blok sistem model sistem.

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.2, mula-mula intensitas cahaya tampak di dalam ruangan dideteksi oleh LDR. Sinyal analog dari LDR diolah menjadi sinyal digital oleh mikrokontroler. Kemudian, radiasi inframerah yang dipancarkan makhluk hidup (manusia) dideteksi oleh sensor PIR. Pada umumnya, modul PIR sudah memiliki pengubah sinyal analog ke digital, jadi sinyal analog dari hasil deteksi radiasi inframerah diolah menjadi sinyal digital oleh pengubah tersebut. Kedua sinyal digital ini digunakan mikrokontroler untuk mengaktifkan relay, yang nantinya akan menyalakan lampu.

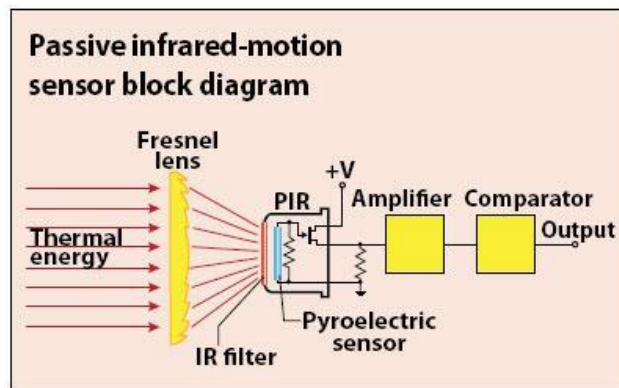
PIR memiliki beberapa bagian, yaitu lensa Fresnel, filter inframerah, sensor *pyroelectric*, *amplifier*, dan komparator (Desmira, dkk., 2020).



Gambar 3.3 Skema rangkaian passive infrared sensor tipe HC-SR501. (Sumber: datasheet PIR HC-SR501)

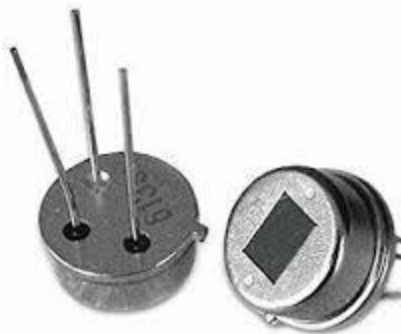
Gambar 3.3 merupakan rangkaian keseluruhan dari modul sensor PIR HC-SR501 yang digunakan dalam penelitian ini. Sensor PIR teraktivasi bila ada pancaran gelombang inframerah yang masuk melalui lensa Fresnel dan menyentuh permukaan *pyroelectric*. Pada sensor PIR HC-SR501, sensor *pyroelectric* yang digunakan pada modulnya adalah LHi 778 (Gambar 3.5). Pada tampilan luarnya, LHi 778 hanya terlihat seperti sebuah persegi panjang berbahan timah yang

melindungi bahan di belakangnya, yaitu dua slot detektor *pyroelectric* (Texas Instruments, 2011).

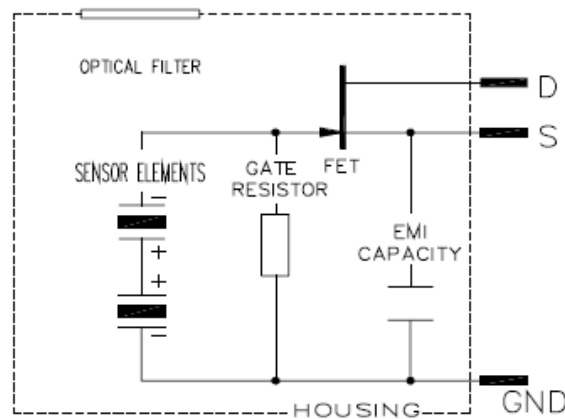


Gambar 3.4 Diagram blok proses kerja passive infrared sensor. (Sumber: [tps://bagusrifqyalistia.wordpress.com](https://bagusrifqyalistia.wordpress.com))

Karena gelombang inframerah mengandung panas, maka sensor LHi 778 akan menghasilkan arus listrik. Arus listrik ini memunculkan tegangan dan tegangan ini dibaca oleh modul secara analog. Seperti yang digambarkan Gambar 3.4, tegangan ini kemudian diperkuat oleh *amplifier* dan dibandingkan oleh komparator dengan tegangan referensi yang tertera pada *datasheet* sensor. Keluaran dari keseluruhan proses ini adalah sinyal dengan logika 0 atau 1, 0 ketika sensor tidak mendeteksi keberadaan makhluk hidup, dan 1 jika mendeteksi keberadaan makhluk hidup. Keluaran inilah yang kemudian diproses oleh mikrokontroler yang terdapat pada Arduino Uno.



Gambar 3.5 Tampilan luar LHi 778. (Sumber: [www.alibaba.com](http://www.alibaba.com))



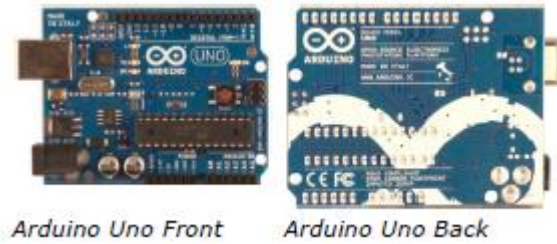
Gambar 3.6 Rangkaian detektor pyroelectric LHi 778. (Sumber: datasheet LHi 778)

Jika intensitas cahaya di dalam ruangan memenuhi kebutuhan pencahayaan ruangan, maka lampu tidak perlu aktif. Ketika cahaya di dalam ruangan tidak cukup, lampu akan menyala jika sensor PIR mendeteksi adanya keberadaan makhluk hidup dari gelombang inframerah yang diemisikan.

LDR memiliki keluaran analog, yaitu resistansi komponennya sendiri. Keluaran analog harus diubah ke dalam bentuk digital agar bisa diproses oleh Arduino Uno. Pada Arduino Uno, terdapat beberapa pin yang dinamakan A0-A

Hasil pendeteksian sensor PIR dan LDR diolah oleh mikrokontroler untuk mengontrol *relay*. *Relay* yang mati menjadi aktif jika sensor PIR mendeteksi gerakan makhluk hidup dan intensitas cahaya di dalam ruangan tidak cukup besar. *Relay* yang aktif menyalakan lampu yang terhubung dengan *relay*.

Pada penelitian ini, digunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler keseluruhan sistem. Arduino Uno. Arduino Uno adalah papan mikrokontroler berbasis Atmega328. Komponen ini memiliki 14 pin masukan/keluaran, 6 masukan analog, resonator keramik 16 MHz, soket USB, sebuah *power jack*, sebuah ICSP *header*, dan tombol *reset* yang dipasang pada papan kecil seperti pada Gambar 3.6. Cara menggunakannya cukup dengan menyambungkannya ke komputer dengan kabel USB atau memberi *adapter* AC-ke-DC atau baterai (Arduino, 2018).



*Gambar 3.7 Arduino Uno. (Sumber: datasheet Arduino Uno)*

Arduino bekerja menggunakan pengodean yang dibuat dengan perangkat lunak Arduino yang diunduh dari website resmi Arduino IDE (Gambar 3.8). Bahasa pengodean Arduino adalah bahasa C yang sudah disederhanakan khusus untuk memprogram Arduino.

```

Hasil | Arduino 1.8.13
File Edit Sketch Tools Help
[Icons]
Hasil
int ldrPin = A0;
int ldrValue = 0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(2, INPUT); // PIR sensor 1
  pinMode(3, INPUT); // PIR sensor 2
  /*pinMode(4, INPUT); // PIR sensor 3*/
  pinMode(9, OUTPUT); // Lampu 1
  pinMode(10, OUTPUT); // Lampu 2
  /*pinMode(10, OUTPUT); // Lampu 3*/
}

void loop() {
  ldrValue = analogRead(ldrPin);
  float tegangan = ldrValue * (5.0000 / 1023.0000);

  int pirl = digitalRead(2);
  int pir2 = digitalRead(3);
  // ...
}
1 Arduino Uno

```

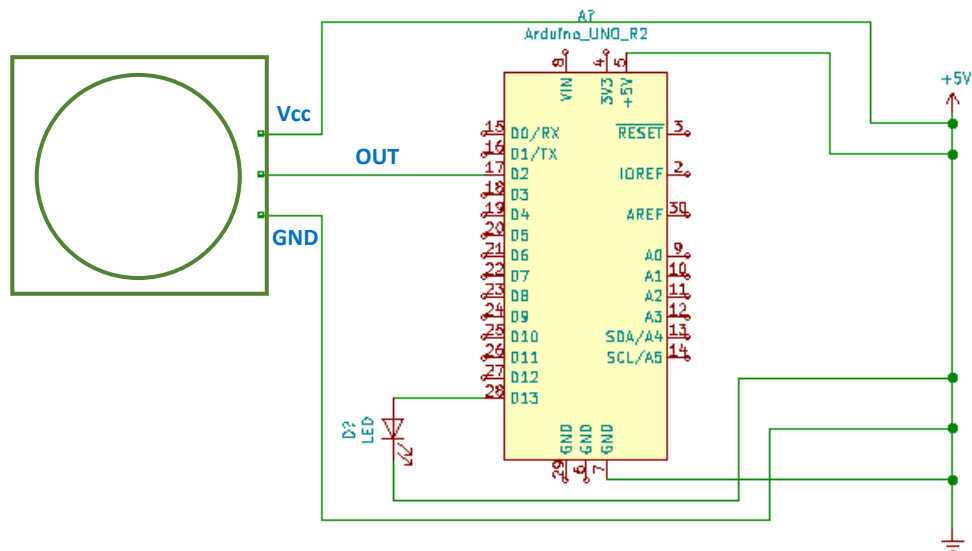
*Gambar 3.8 Tampilan program Arduino untuk pemrograman komponen Arduino. (Sumber: dokumentasi pribadi)*



Setelah program Arduino rampung, *script* program kemudian diunggah ke komponen Arduino menggunakan kabel USB. Jika ada *error* dalam kode, program Arduino akan menghentikan proses pengunggahan dan memberi peringatan pada jendela hitam pada bagian bawah program. Setelah kode diunggah, komponen Arduino dapat langsung digunakan dalam rangkaian.

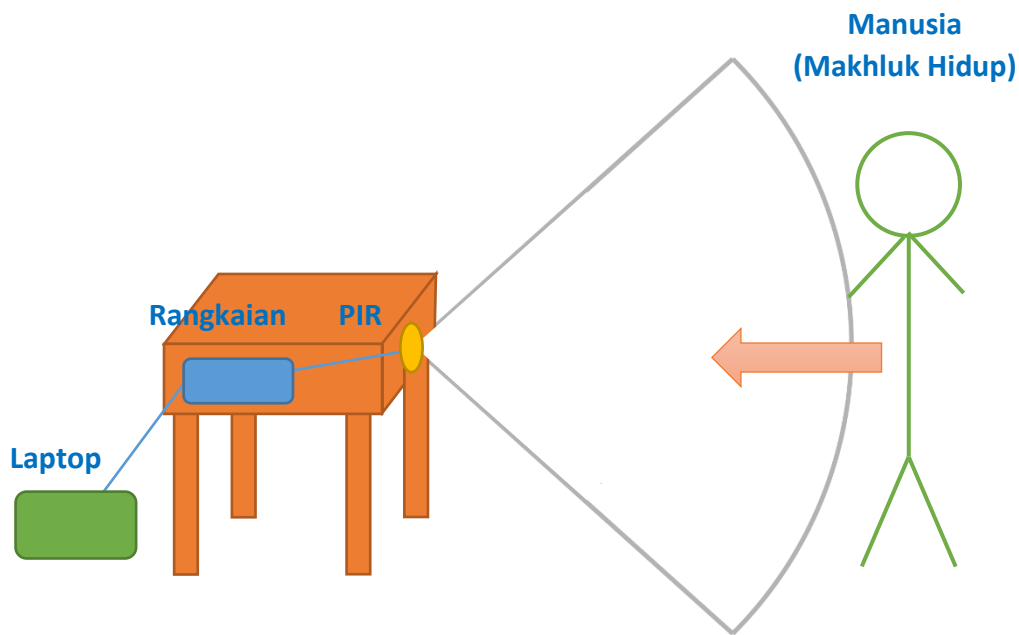
### 3.2.3. Karakterisasi Sensor PIR

Pada tahap ini dilakukan karakterisasi sensor *passive infrared*. Sensor PIR diuji untuk mengetahui jangkauan deteksi terjauh yang dapat diraih olehnya. Sensor PIR adalah sensor pasif, yang berarti sensornya tidak mengemisikan gelombang inframerah melainkan merespons pancaran gelombang inframerah dari luar, seperti tubuh manusia. Sensor ini dapat merespons gelombang inframerah dari segala benda dengan suhu di atas nol mutlak.



Gambar 3.9 Skema rangkaian karakterisasi PIR. (Sumber: dokumentasi pribadi)

Gambar 3.8 adalah skema rangkaian yang digunakan untuk mengkarakterisasi PIR. Digunakan mikrokontroler Arduino Uno sebagai pusat perintah dan LED sebagai indikator PIR dihubungkan pada sumber tegangan DC 5 volt sebagai sumber daya, sementara LED langsung dihubungkan dengan pin 13 Arduino yang sudah mengandung kode perintah.



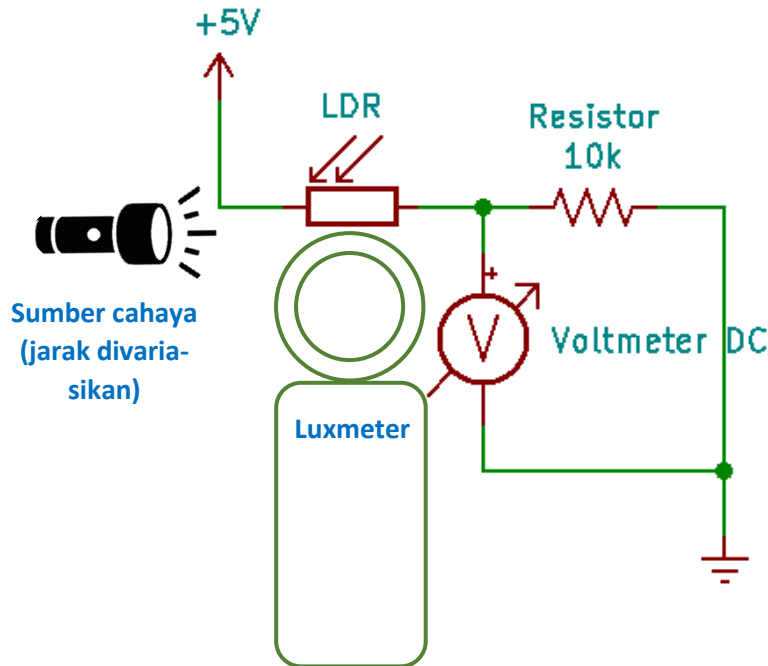
Gambar 3.10 Skema karakterisasi sensor PIR. (Sumber: dokumentasi pribadi)

Pada langkah karakterisasi PIR, yang akan diambil variabelnya adalah jarak terjauh PIR mendeteksi keberadaan makhluk hidup. Objek yang akan dideteksi akan berjalan perlahan mendekati sensor PIR dari jarak terjauh yang memungkinkan pada lokasi karakterisasi sampai PIR berhasil mendeteksi keberadaan makhluk hidup, seperti yang digambarkan oleh Gambar 3.10. PIR akan mendeteksi perbedaan suhu pada lingkungan di sekitarnya sesuai dengan jangkauan deteksi terjauh, dan hasilnya adalah berupa sinyal tegangan. Arduino akan menerima sinyal tersebut dan memerintahkan LED untuk menyala. Tanpa ada sinyal tersebut, LED tidak akan menyala. Di saat yang bersamaan, *Serial Monitor* pada aplikasi Arduino IDE (ada pada pilihan *Tools*) menampilkan tulisan tanda bahwa PIR mendeteksi kehadiran makhluk hidup ketika ada sinyal dari PIR. Nyala lampu LED dan munculnya tulisan adalah indikator bahwa PIR mendeteksi makhluk hidup.

Sensor PIR dalam penelitian ini dites dengan kemiringan sudut dengan kelipatan 10 untuk mewakili keseluruhan jangkauan deteksi sampai sudut  $55^\circ$ , karena dalam *datasheet* sensor dengan tipe yang disebutkan di atas, sudut maksimal jangkauannya adalah  $55^\circ$ .

### 3.2.4. Karakterisasi Sensor LDR

Selanjutnya adalah karakterisasi sensor LDR. Sensor LDR diuji untuk mengetahui hubungan besar intensitas cahaya yang jatuh pada LDR dengan besar tegangan listrik LDR.



Gambar 3.11 Skema rangkaian karakterisasi LDR. (Sumber: dokumentasi pribadi)

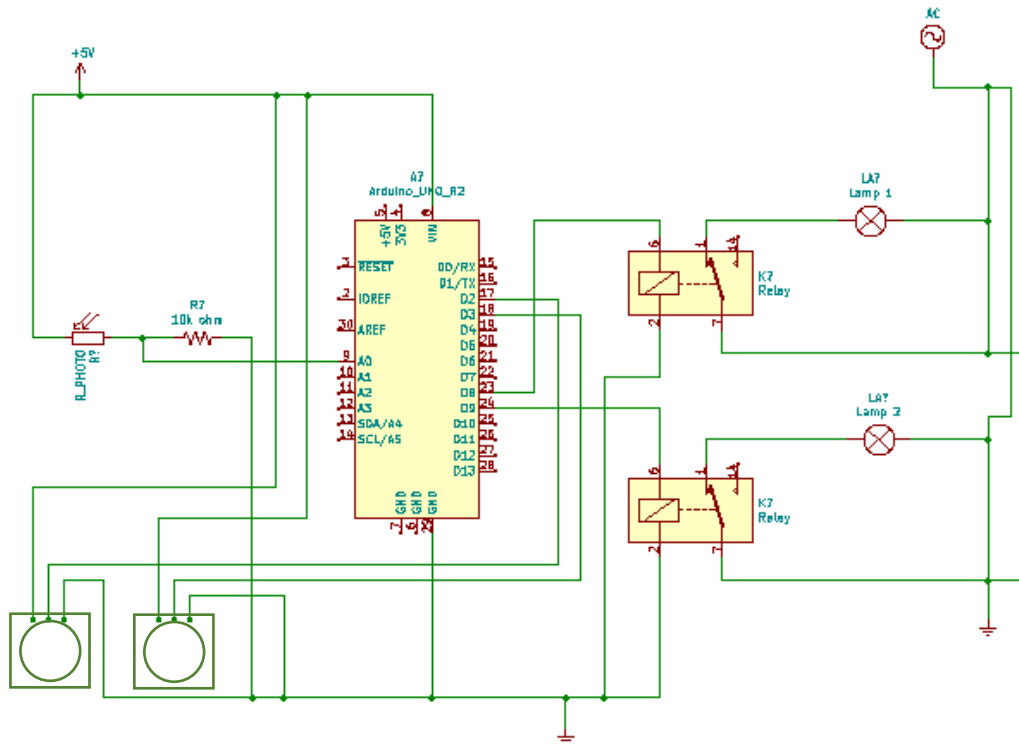
Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.11, karakterisasi sensor LDR menggunakan rangkaian pembagi tegangan. LDR dipasang seri dengan resistor 10k ohm, kemudian voltmeter sebagai penunjuk nilai tegangan dipasang menjepit resistor tersebut. Tepat di sebelah LDR, diletakkan luxmeter untuk mengukur intensitas cahaya yang jatuh pada LDR. Luxmeter tidak terhubung pada rangkaian karakterisasi. Rangkaian dialiri dengan tegangan listrik DC 5 volt. Variabel yang terlibat dalam karakterisasi sensor LDR adalah intensitas cahaya dan tegangan resistor.

Cara karakterisasi LDR yang diterapkan dalam penelitian ini adalah dengan menaruh LDR yang sudah terhubung dengan rangkaian dan luxmeter bersebelahan dengan dekat. Ini agar cahaya yang dipaparkan kepada dua alat tersebut sama besar intensitasnya. Sumber cahaya harus berjarak sama antara dia dengan LDR dan

dengan luxmeter untuk memastikan intensitas cahaya yang sama didapatkan oleh LDR dan luxmeter, sehingga hasil karakterisasi akurat.

### 3.2.5. Pembuatan Sistem Kontrol Lampu Otomatis

Setelah pembuatan sistem dilakukan, selanjutnya adalah pengujian sistemnya. Aspek yang ditinjau dalam percobaannya adalah jarak dan sudut jangkauan sensor PIR dan besar intensitas cahaya yang mengaktifkan sistem yang dideteksi oleh sensor LDR.



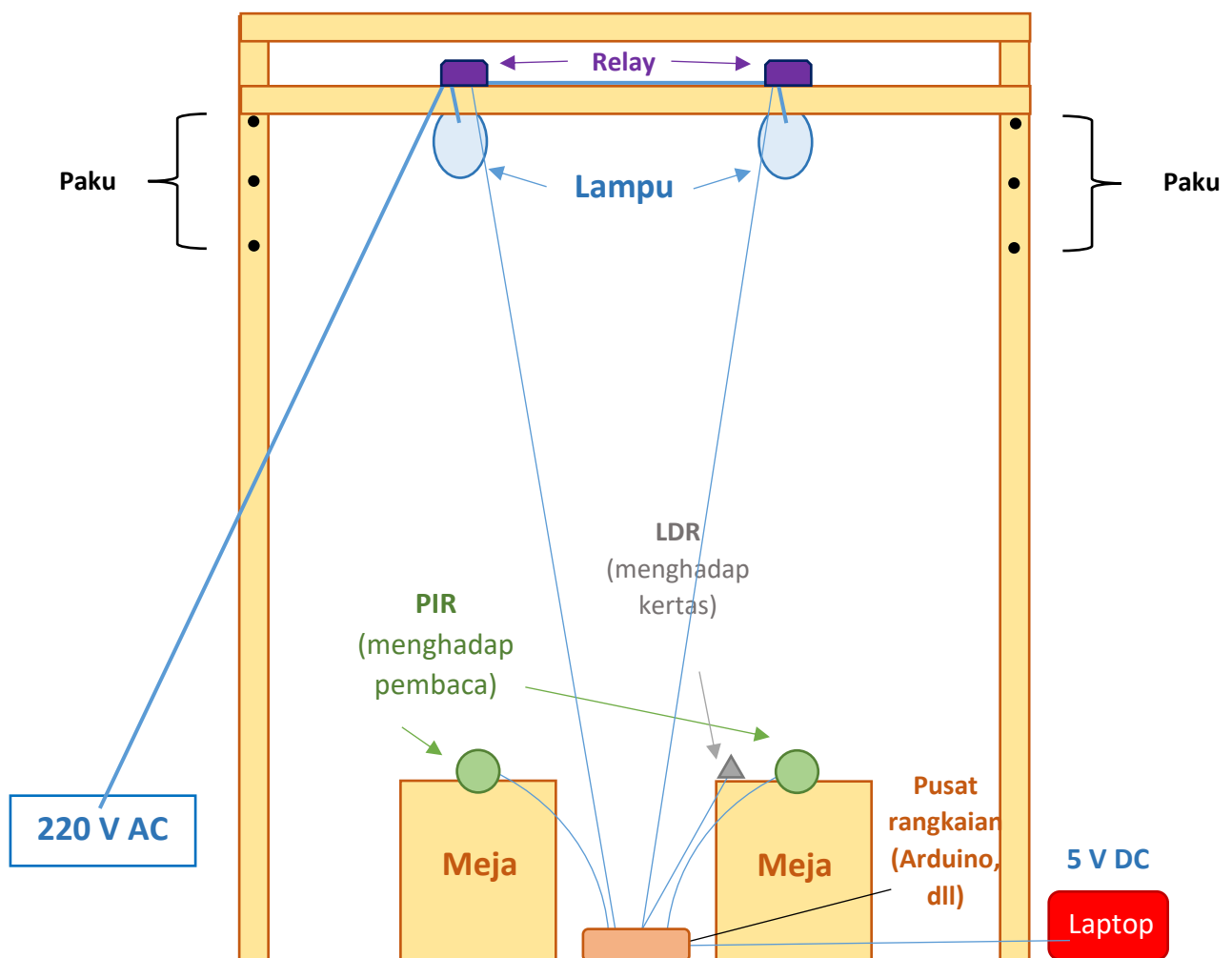
Gambar 3.12 Skema rangkaian sistem nyala lampu otomatis. (Sumber: dokumentasi pribadi)

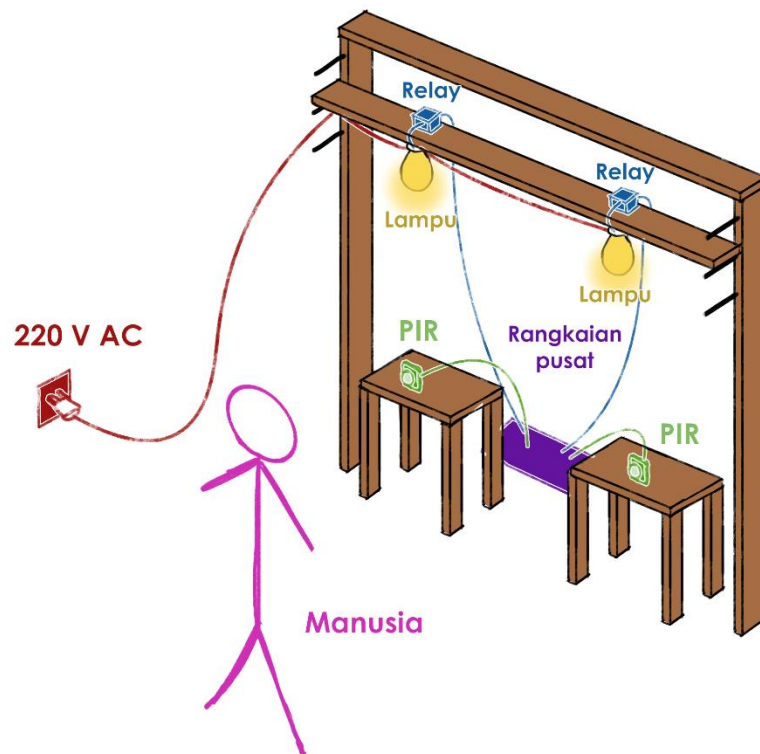
Rangkaian final untuk sistem tidak jauh berbeda dengan menggabungkan rangkaian karakterisasi PIR dan LDR dengan tambahan komponen lainnya. LDR dipasang seri dengan resistor 10k ohm. Kemudian di antara kedua komponen tersebut dipasang kabel yang dihubungkan dengan pin A0 Arduino. Kabel ini akan mendapatkan angka berupa nilai integer di antara 0 sampai 1023. Nilai ini harus dikonversi menjadi besar tegangan resistor yang selanjutnya digunakan sebagai penentu keputusan oleh Arduino. Rumus konversi tersebut adalah sebagai berikut.

$$V = A \times \frac{5}{1023} \quad (3.1)$$

dengan V adalah tegangan resistor 10k ohm dan A adalah nilai integer.

Seperti pada Gambar 3.13, rangkaian sistem ini beserta lampunya dipasang pada sebuah batang kayu. Kayu ini dipasang pada dua tiang kayu. Kedua tiang kayu dikaitkan dan dibuat tegak dengan sebatang kayu yang panjangnya sama dengan kayu tempat rangkaian ditempel. Di bawah batang kayu yang menopang rangkaian, diletakkan meja setinggi 40 cm. Meja ini menjadi patokan jarak yang sama dengan jarak meja kelas dan lampu di langit-langit kelas. Sensor PIR yang sudah terkoneksi dengan seluruh rangkaian diletakkan di tepi meja, sesuai dengan desain sistem yang dirancang.





Gambar 3.13 Skema sistem nyala lampu otomatis dengan PIR dan LDR. (Sumber: dokumentasi pribadi)

Batang kayu yang menjadi tempat ditempelnya rangkaian tidak dipaku secara permanen dengan tiang-tiang kayu. Tiang-tiang kayu dipaku dengan enam paku, tiga pada tiap tiang untuk tiga ketinggian yang berbeda dan posisi paku pada kedua tiang sejajar. Paku ini diperuntukkan sebagai tumpuan untuk batang kayu rangkaian.

### 3.2.6. Pengujian Sistem Alat

Pada tahap ini, alat yang sudah jadi diuji dengan memberikan sinyal pada tiap sensor untuk melihat apakah lampu pada sistem menyala sebagai respons, misalnya menggerakkan tangan di depan sensor PIR dan menerangi dan menutup sensor LDR.

Seperti yang telah dijelaskan pada bagian 3.2.2, sistem ini akan aktif jika mendapat sinyal yang sesuai dari sensor PIR dan LDR. Langkah pertama sistem adalah menangkap sinyal dari PIR. PIR akan mendeteksi keberadaan makhluk hidup ketika mereka lewat di depannya. Langkah ini akan membuat sinyal berupa

tegangan dari PIR. Di saat yang bersamaan, LDR *stand by* memantau intensitas cahaya. Jika sinar matahari dari luar ruangan sudah cukup menerangi ruangan, maka LDR tidak akan mengirim sinyal pada kontroler. Sebaliknya, jika ruangan terlalu gelap walaupun ada sinar matahari dari luar, maka LDR akan mengirim sinyal kepada kontroler. Sinyal LDR dan sinyal PIR kemudian diproses.

Dalam *coding* Arduino sistem ini, kedua sinyal tersebut menjadi syarat agar *relay* teraktivasi. *Relay* digunakan untuk mengontrol aliran tenaga listrik untuk lampu. Ketika *relay* teraktivasi, *relay* menerima tegangan yang cukup untuk membuat kumparan listrik di dalam modulnya aktif yang kemudian menghasilkan medan magnet yang menarik saklar di dalam *relay*. Saklar ini menutup rangkaian lampu yang sudah terkoneksi dengan listrik AC 220 V, dengan itu lampu pun menyala. Setelah lampu menyala, jika sensor PIR tidak lagi mendeteksi keberadaan makhluk hidup, maka setelah waktu *delay* PIR yang sudah diset, maka lampu akan mati.