

TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN MODEL *CONTROL* LAMPU KAMAR TIDUR 15 WATT MENGGUNAKAN *PASSIVE INFRARED* *RECEIVER* BERBASIS ARDUINO UNO

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Elektro Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

DWI FIQAR PANGESTU
1807220015



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Dwi Fiqar Pangestu

NPM : 1807220015

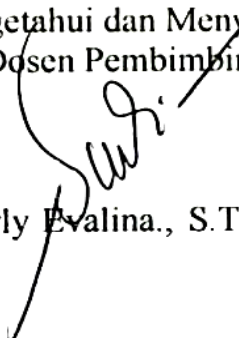
Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Rancang Bangun Model Control Lampu Kamar Tidur 15 Watt
Menggunakan Passive Infrared Receiver Berbasis Arduino Uno


Bidang Ilmu : Sistem Kontrol

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.


Mengetahui dan Menyetujui
Dosen Pembimbing


Noorly Evalina., S.T, M.T

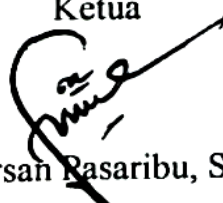
Dosen Penguji I


Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T

Dosen Penguji II


Elvy Sahnur Nasution., S.T, M.Pd

Program Studi Teknik Elektro
Ketua


Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Dwi Fiqar Pangestu
Tempat /Tanggal Lahir : Pangkalan Brandan, 30-03-2000
NPM : 1807220015
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Rancang Bangun Model *Control* Lampu Kamar Tidur 15 Watt Menggunakan *Passive Infrared Receiver* Berbasis Arduino Uno.”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil/Mesin/Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 10 Oktober 2022

Saya yang menyatakan,



Dwi Fiqar Pangestu

ABSTRAK

Pada umumnya aktifitas orang-orang yang tinggal di perkotaan besar begitu banyak dan padat sehingga menjadikannya jarang berada di rumah, hampir sebagian besar waktu mereka dihabiskan di tempat kerja karena tuntutan pekerjaan karena hal inilah menyebabkan kekuatiran bagi mereka dikala meninggalkan rumah. Banyaknya kebutuhan manusia yang memerlukan bantuan alat untuk mempermudah melakukan sesuatu tanpa harus banyak mengeluarkan tenaga. Pada proyek akhir ini dibahas tentang lampu otomatis menggunakan sensor *Passive Infrared Receiver* (PIR), berguna untuk menghemat pengeluaran biaya listrik karena dengan menggunakan sensor *Passive Infrared Receiver* (PIR) dapat mendeteksi gerakan manusia sehingga bias menyalakan dan mematikan lampu pada kamar tidur. Rangkaian ini memakai komponen sensor *Passive Infrared Receiver* (PIR). Sensor PIR digunakan karena sensor PIR hanya mendeteksi pergerakan manusia karena sudah di filter. dengan mendeteksi keadaan energi yang ada diruangan tersebut dan lampu akan hidup serta menunjukkan penggunaan saklar otomatis berbasis arduino, waktu durasi menyala dari lampu kamar dengan rata-rata menyala selama 15,5 jam dalam seminggu penuh. Selisih durasi sekitar 5,5 jam pada konvensional. Selisih antara saklar konvensional dengan saklar otomatis berbasis arduino memiliki nilai sebesar 0,077 kWh. Dengan demikian saklar otomatis mampu menghemat energi listrik sebesar 0,077 kWh per minggunya dan Grafik PWM yang ditunjukkan menghasilkan gelombang pulsa (kotak) hampir rata sempurna dengan waktu kecepatan gelombang bergerak secepat 200ms/div dan tegangan dari puncak ke puncak sebesar 5 V/div. Grafik tersebut bekerja sesuai dengan kinerja sensor mendeteksi objek benda. Keadaan sensor tidak mendeteksi objek ditunjukkan menghasilkan gelombang pulsa (kotak) hampir rata sempurna dengan waktu kecepatan gelombang bergerak secepat 20ms/div dan tegangan dari puncak ke puncak sebesar 5 V/div.

Kata Kunci: Sensor PIR, Mikrokontroler, Arduino Uno, Relay

ABSTRACT

In general, the activities of people who live in large cities are so numerous and dense that they are rarely at home, most of their time is spent at work due to the demands of work because this causes worry for them when leaving home. The number of human needs that require the help of tools to make it easier to do something without having to spend a lot of energy. In this final project, we discuss automatic lights using Passive Infrared Receiver (PIR) sensors, useful for saving electricity costs because using Passive Infrared Receiver (PIR) sensors can detect human movement so that they can turn on and off lights in the bedroom. This circuit uses a Passive Infrared Receiver (PIR) sensor component. The PIR sensor is used because the PIR sensor only detects human movement because it has been filtered. by detecting the state of the energy in the room and the lights will turn on and showing the use of an Arduino-based automatic switch, the duration of the lights on the room lights on an average of 15.5 hours in a full week. The difference in duration is about 5.5 hours on the conventional. The difference between a conventional switch and an Arduino-based automatic switch has a value of 0.010 kWh. Thus the automatic switch is able to save electrical energy of 0.010 kWh per week and the PWM graph shown produces a pulse wave (box) that is almost perfectly flat with a wave speed of 20ms/div and a peak-to-peak voltage of 5 V/div. The graph works according to the performance of the sensor in detecting objects. The state of the sensor not detecting the object is shown to produce a pulse wave (box) almost perfectly flat with a time wave speed of 20ms/div and a peak-to-peak voltage of 5 V/div.

Keywords: *PIR Sensor, Microcontroller, Arduino Uno, Relay*

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Rancang Bangun Model *Control* Lampu Kamar Tidur 15 Watt Menggunakan *Passive Infrared Receiver* Berbasis Arduino Uno.” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan. Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Orang tua saya yang tak hentinyamendo’akan dan memberikan dukungan serta nasehat setiap harinya.
2. Bapak DR. Agussani, M.A.P, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Dr. Ade Faisal, M.sc, P.hd, selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Affandi, S.T, M.T., selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, S.T, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Ibu Elvy Sahnur Nasution., S.T, M.Pd., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Ibunda Noorly Evalina., S.T, M.T., selaku Dosen Pembimbing Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

9. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik elektroan kepada penulis.
10. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
11. Teman-teman seperjuangan Teknik Elektro Stambuk 2018.

Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga Proposal Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-elektroan.

Medan, 10 Oktober 2022

Penulis

DWI FIQAR PANGESTU

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Tinjauan Pustaka Relevan	4
2.2. Jenis Lampu	5
2.2.1. Incandescent Lamps	6
2.2.2. Flourescent Lamps.....	6
2.2.3. Compact Fluorescent Lamps	7
2.2.4. Lampu LED	8
2.3. Sensor PIR (Passive Infrared Receiver)	9
2.3.1. Bagian-Bagian Sensor PIR	10
2.3.2. Fungsi Sensor PIR	12
2.3.3. Cara Kerja Sensor PIR.....	13
2.4. Relay	15
2.4.1. Bagian-Bagian <i>Relay</i>	15
2.4.2. Fungsi <i>Relay</i>	17
2.4.3. Prinsip Kerja <i>Relay</i>	18
2.5. Arduino Uno	20
2.5.1. Spesifikasi Arduino Uno	20

2.5.2. Kegunaan atau Fungsi Arduino	22
2.5.3. Kelebihan Arduino	22
2.5.4. Kekurangan Arduino	23
2.6. Pengkabelan	23
2.6.1. Kabel UTP	23
2.6.2. Kabel Listrik	23
2.6.3. Kabel Jumper	25
2.7. Breadboard (Project Board).....	28
2.8. Parameter Listrik	29
2.8.1. Muatan Listrik	31
2.8.2. Tegangan Listrik.....	32
2.8.3. Arus Listrik.....	34
2.8.4. Daya Listrik	35
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	39
3.1. Waktu dan Tempat.....	39
3.1.1. Waktu	39
3.1.2. Tempat.....	39
3.2. Bahan dan Alat.....	40
3.2.1. Bahan Perancangan	40
3.2.2. Alat Perancangan.....	40
3.3. Prosedur Kerja Alat	41
3.4. Blok Diagram Lampu Kamar Tidur 15 Watt Otomatis	43
3.4.1. Perancangan Perangkat Keras	45
3.5. Flowchart Diagram Alir.....	48
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1. Hasil Perancangan Saklar Otomatis Berbasis Arduino	49
4.1.1. Perancangan Model Ruangan	49
4.1.2. Sistem Kerja Pengontrolan Lampu Kamar Tidur.....	50
4.1.3. Tinjauan Umum Alat dan Komponen Perancangan	51
4.1.4. Pemogramman Sistem Kontrol Saklar Otomatis.....	52
4.3. Karakteristik Kerja Sensor Passive Infrared Receiver.....	56
BAB 5 PENUTUP.....	58

5.1. Kesimpulan	58
5.2. Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 : Incandescent Lamps	6
Gambar 2. 2 : Flourescent Lamps	7
Gambar 2. 3 : Compact Fluorescent Lamps.....	8
Gambar 2. 4 : Lampu LED.....	9
Gambar 2. 5 : Gambar Sensor PIR.....	10
Gambar 2. 6 : Pin Configuration	11
Gambar 2. 7 : Bagian Sensor PIR	11
Gambar 2. 8 : Gambar Rangkaian Sensor PIR.....	13
Gambar 2. 9 : Posisi Setiap PIN Pada Sensor PIR.....	14
Gambar 2. 10 : Gambar <i>Relay</i>	15
Gambar 2. 11 : Struktur Sederhana <i>Relay</i>	16
Gambar 2. 12 : Diagram Cara Kerja <i>Relay</i>	19
Gambar 2. 13 : Board Arduino Uno R3 dan Konfigurasi Pin	21
Gambar 2. 14 : Kabel UTP.....	24
Gambar 2. 15 : Kabel Listrik.....	24
Gambar 2. 16 : Kabel Jumper	25
Gambar 2. 17 :Terminal Jumper <i>Relay</i>	26
Gambar 2. 18 : Kabel <i>Jumper Male to Male</i>	27
Gambar 2. 19 : Kabel Jumper Male To Female.....	27
Gambar 2. 20 : Kabel Jumper Female to Female.....	28
Gambar 2. 21 : Papan Breadboard	29
Gambar 3. 1 Blok Perancangan.....	41
Gambar 3. 2 Blok Rangkaian Pengontrolan Lampu Kamar Tidur.....	42
Gambar 3. 3 Pengukuran Catu Daya.....	42
Gambar 3. 4 Diagram Alir Penelitian	43
Gambar 4. 2 : Indikator Arduino Ketika Sensor Aktif dan Lampu Menyala.....	49
Gambar 4.3 Indikator Arduino Ketika Sensor Tidak Aktif dan Lampu Tidak Menyala.....	50
Gambar 4. 4 Histogram Perbandingan Durasi Lampu Kamar Menyala	54
Gambar 4. 5: Grafik Perbandingan Konsumsi Energi Listrik Lampu Kamar Menyala	56

Gambar 4. 6 : Grafik PWM Sensor Saat Mendeteksi Gerakan.....	57
Gambar 4. 7 : Grafik PWM Sensor Saat Tidak Mendeteksi Gerakan	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 : Spesifikasi Mikrokontroler ATmega 328P Arduino Uno R3	21
Tabel 2. 2 : Ukuran Kabel Jumper Arduino	28
Tabel 3. 1 : Jadwal Perancangan Kegiatan	43
Tabel 4. 1 : Hasil Pengujian Terhadap Jarak.....	53
Tabel 4. 2 : Fungsi Input Program	54

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di era ini perkembangan teknologi pun sangat pesat hingga pengembangan ilmu teknologi dikembangkan menjadi suatu yang dapat mempermudah manusia dalam kegiatan sehari-hari. Dengan maraknya pengembangan teknologi dalam bidang otomasi dan sistem kontrol ini, sangat memudahkan kegiatan/aktifitas manusia sehari-hari, terlebih dalam penggunaan lampu. Sejak ditemukannya lampu pijar oleh *Alessandro Volta* pada tahun 1802 yang kemudian *Thomas Alva Edison* menemukan Bola lampu (lampu bohlam) pada tahun 1879, sehingga lampu merupakan kebutuhan primer untuk saat ini. Penggunaan lampu berguna untuk sektor industri, pendidikan, rumah tangga, mau pun penerangan untuk jalanan. Sehingga tidak dapat dipungkiri bahwa eksistensi lampu merupakan hal yang bermanfaat untuk manusia hingga saat ini. (Virginia et al., 2019)

Pada saat ini pengendalian *on/off* berbagai piranti listrik kebanyakan masih dikendalikan secara manual dengan menekan tombol saklar *on/off*. Perkembangan gaya hidup dan dinamika sosial saat ini menunjukkan semakin pentingnya kepraktisan dan efisiensi menyebabkan kebutuhan untuk mengendalikan berbagai piranti listrik tidak hanya dilakukan secara manual yang mengharuskan kita berada di depan piranti listrik tersebut dan menekan tombol saklar *on/off* untuk mengaktifkannya tetapi bias langsung hidup otomatis. (Sumardi, 2017)

Sejalan dengan pesatnya perkembangan di bidang teknologi maka jumlah kebutuhan daya listrik di Indonesia cenderung naik dengan pesat. Peningkatan kebutuhan daya listrik ini dapat diakibatkan karena masyarakat makin banyak menggunakan teknologi baru seperti *handphone*, *microwave*, dan AC, tetapi dapat juga karena adanya pemborosan pemakaian listrik.

Salah satu bentuk pemborosan listrik yang sering kali terjadi adalah lampu penerangan yang menggunakan saklar manual untuk menghidupkan atau mematikan lampu. Ketika seseorang yang masuk kedalam ruangan yang gelap pasti akan mencari saklar untuk menghidupkan lampu. Namun sebagai sifat manusia yang cenderung lengah saat keluar ruangan, belum tentu ia ingat untuk

mematikan lampu. Bila hal ini terjadi dalam waktu yang lama, maka akan terjadi pemborosan daya listrik.

Dari banyak penerapan teknologi, rumah cerdas yang dikenal sebagai *smart home* merupakan suatu penerapan teknologi yang tidak asing lagi bagi masyarakat modern dan telah diterapkan pada rumah-rumah di perkotaan untuk menghindari pemborosan listrik agar lebih mengefisienkan daya dan biaya.

Smart home ini menggunakan sistem lampu otomatis yang dilengkapi sensor yang dapat mendeteksi pergerakan sehingga akan menyala dan padam berdasarkan gerakan. Karena itu, dalam penelitian ini akan membangun suatu sistem lampu yang dioperasikan dengan saklar otomatis sebagai solusi penghematan daya listrik bagi masyarakat di Kota Medan. (Djaeng & Astutik, 2017)

Berangkat dari latar belakang masalah di atas maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang judul Rancang Bangun Model Control Lampu Kamar Tidur 15 Watt Menggunakan *Passive Infrared Receiver* Berbasis Arduino Uno.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, maka yang akan dibahas dalam laporan penelitian ini adalah:

1. Bagaimana Perancangan Saklar Kamar Otomatis dengan sensor PIR berbasis Arduino uno?
2. Berapa daya listrik per-jam terhadap konsumsi energi listrik yang dibutuhkan untuk pengontrolan lampu kamar tidur 15 watt berbasis arduino uno ?
3. Bagaimana karakteristik kerja sensor passive infrared receiver untuk menghidupkan dan mematikan lampu tidur?

1.3. Ruang Lingkup

Adapun hal-hal yang akan dibatasi dalam tugas sarjana ini adalah sebagai berikut, meliputi :

1. Membahas perancangan saklar otomatis berbasis *Arduino uno*.

2. Membahas tentang perbandingan durasi dan untuk mengetahui konsumsi daya listrik pada saklar konvensional dan saklar otomatis berbasis arduino.
3. Membahas karakteristik kerja sensor *Passive Infrared Receiver* untuk menghidupkan dan mematikan lampu.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut maka tujuan perancangan model lampu kamar tidur 15 watt berbasis arduino uno menggunakan sensor PIR adalah:

1. Mampu merancang lampu kamar tidur 15 watt secara otomatis berbasis arduino uno menggunakan *Sensor Passive Infrared Receiver*.
2. Untuk mengetahui daya listrik yang dibutuhkan pada lampu kamar tidur 15 watt berbasis arduino uno menggunakan sensor gerakan/PIR.
3. Mengetahui karakteristik kerja *Sensor Passive Infrared Receiver* untuk menghidupkan dan mematikan lampu tidur.

1.5. Manfaat Penelitian

Dapat mendesain suatu alat yang dapat membantu meringankan pemakaian lampu secara otomatis agar tidak pemborosan dalam pemakaian listrik, juga dapat mengefisienkan solusi penghematan daya dan biaya pada masyarakat.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka Relevan

Listrik merupakan hal yang sangat penting di kehidupan kita. Setiap pekerjaan kita pasti dibantu dengan adanya listrik. Mulai dari penerangan hingga pengaturan suhu ruangan pun semuanya dibantu oleh listrik. Ketergantungan manusia terhadap listrik ini menimbulkan kebiasaan buruk. Banyak orang yang terkadang membiarkan suatu peralatan elektronik hidup pada saat tidak dibutuhkan. Terjadi suatu permasalahan untuk mengendalikan peralatan elektronik dalam rumah secara otomatis. (Desyantoro et al., 2015)

Di era ini perkembangan teknologi pun sangat pesat hingga pengembangan ilmu teknologi dikembangkan menjadi suatu yang dapat mempermudah manusia dalam kegiatan sehari-hari. Dengan maraknya pengembangan teknologi dalam bidang otomasi dan sistem kontrol ini, sangat memudahkan kegiatan/aktifitas manusia sehari-hari, terlebih dalam penggunaan lampu. Sejak ditemukannya lampu pijar oleh *Alessandro Volta* pada tahun 1802 yang kemudian *Thomas Alva Edison* menemukan Bola lampu (lampu bohlam) pada tahun 1879, sehingga lampu merupakan kebutuhan primer untuk saat ini. Penggunaan lampu berguna untuk sektor industri, pendidikan, rumah tangga, mau pun penerangan untuk jalanan. Sehingga tidak dapat dipungkiri bahwa eksistensi lampu merupakan hal yang bermanfaat untuk manusia hingga saat ini. (Virginia et al., 2019)

Pada saat ini pengendalian *on/off* berbagai piranti listrik kebanyakan masih dikendalikan secara manual dengan menekan tombol saklar *on/off*. Perkembangan gaya hidup dan dinamika sosial saat ini menunjukkan semakin pentingnya kepraktisan dan efisiensi menyebabkan kebutuhan untuk mengendalikan berbagai piranti listrik tidak hanya dilakukan secara manual yang mengharuskan kita berada di depan piranti listrik tersebut dan menekan tombol saklar *on/off* untuk mengaktifkannya tetapi bias langsung hidup otomatis. Pada proyek akhir ini dibahas tentang lampu otomatis menggunakan sensor PIR, berguna untuk menghemat pengeluaran biaya listrik karena dengan menggunakan sensor PIR dapat mendeteksi gerakan manusia sehingga bisa

menyalakan dan mematikan lampu pada kamar kecil. Rangkaian ini memakai komponen sensor PIR. Sensor PIR digunakan karena sensor PIR hanya mendeteksi pergerakan manusia karena sudah di filter. Jarak maksimal \pm 6 meter. Sensor dipasang di dalam kamar kecil dan mengarah ke bawah. Bila seseorang masuk ke kamar tidur maka lampu akan menyala dengan menggunakan waktu (1 menit), dan lampu akan mati setelah waktu ditentukan telah habis tanpa harus mematikan saklar. (Sumardi, 2017)

2.2. Jenis Lampu

Dalam pemenuhan kebutuhan hidup manusia akan cahaya, lampu menjadi salah satu media penerangan penting buatan manusia untuk menggantikan keberadaan cahaya matahari. Lampu merupakan salah satu bentuk sumber cahaya yang tergolong dalam sumber cahaya buatan (*Artificial Light*). Seiring dengan kemajuan teknologi, lampu telah mengalami banyak perubahan bila dibandingkan dengan awal penemuannya.

Penemuan lampu pertama kali oleh *Thomas Alfa Edison* pada tahun 1878 melalui eksperimen tentang *Filament* pijar merupakan ide awal untuk membuat sumber cahaya bagi kehidupan manusia dalam menggantikan keberadaan cahaya matahari di malam hari. Eksperimen tersebut memanfaatkan *Filamen* yang terbuat dari platinum yang dialiri arus listrik. Hasil percobaan ini menghasilkan suatu pijaran cahaya yang cukup terang dengan kuat cahaya sebesar 3 lumen/Watt. Pada awal-awal percobaan, kawat *filamen* yang digunakan sangat cepat putus, dikarenakan panas yang berlebih akibat masih adanya kontak dengan udara. Dari hasil-hasil eksperimen selanjutnya, *Edison* menemukan bahwa udara turut berpengaruh pada pelepasan gas pada *Filamen*. Oleh sebab itu Edison membuat daerah di sekitar filamen tersebut menjadi hampa udara. Konstruksi inilah yang dikenal dengan sebutan lampu pijar. (American History, *Inventing Edison's Lamp*, 2005). Berdasarkan cara kerjanya, lampu dapat dibedakan menjadi beberapa kelompok antara lain :

1. Lampu *Incandescent* dan lampu *Hallogenf*
2. Lampu *Flourescent* / lampu TL
3. Lampu HID (*High Intensity Discharge*)
4. Lampu LED (*Light Emitting Diodes*)

2.2.1. *Incandescent Lamps*

Lampu jenis *Incandescent* ini biasa dikenal dengan sebutan lampu pijar. Lampu pijar akan memancarkan cahaya ketika ada arus listrik melewati filamen kawat pijar pada lampu dan kemudian memanasi *filamen* tersebut. Prinsip kerja dari lampu pijar tersebut adalah dengan cara menghubungkan singkat listrik pada filamen carbon (C) sehingga terjadi arus hubung singkat yang mengakibatkan timbulnya panas. Panas yang terjadi dibuat hingga suhu tertentu sampai mengeluarkan cahaya, Lampu jenis *incandescent* lebih dikenal dengan sebutan lampu DOP, termasuk juga lampu yang ditemukan oleh Thomas Alva Edison pertama kali. Lampu pijar bertahan hingga 1.250 jam, usianya paling pendek di antara tipe-tipe lampu lainnya. Selain itu, lampu pijar juga menggunakan energy listrik yang cukup besar. Itulah sebabnya, ia dikategorikan juga sebagai lampu boros energi (Service Guaranteed Lamps, Incandescent Lamp Operation and Construction, 2005)



Gambar 2. 1 : Incandescent Lamps

2.2.2. *Flourescent Lamps*

Lampu *fluorescent* atau yang lebih dengan istilah lampu TL, sudah digunakan dan dikembangkan sejak tahun 1980. Lampu jenis ini bekerja menggunakan gas *fluor* untuk menghasilkan cahaya, dimana energi listrik akan membangkitkan gas di dalam tabung lampu sehingga akan timbul sinar ultra violet. Sinar *ultra violet* itu akan membangkitkan *phosphors* yang kemudian

akan bercampur dengan mineral lainnya yang telah dilaburkan pada sisi bagian dalam tabung lampu sehingga akan timbul cahaya. *Phosphors* dirancang untuk meradiasikan cahaya putih, sehingga sebagian besar lampu model jenis ini berwarna putih. Lampu ini tergolong lampu yang hemat energi dan tahan lama, karena kemampuannya bertahan hingga 10.000 jam. Namun, lampu TL ini tidak cocok dijadikan lampu aksen atau *spotlight*. Sebab cahaya putihnya tidak dapat memantulkan warna asli objek yang diteranginya. (Philips Lighting, Philips TL5 Lamps, 2005)



Gambar 2. 2 : Flourescent Lamps

2.2.3. Compact Fluorescent Lamps

Lampu hemat energi (LHE) yang saat ini banyak terdapat di masyarakat merupakan perkembangan dari *Fluorescent Lamps*, baik perkembangan ukuran maupun perkembangan efisiensi. Jenis lampu ini memiliki bentuk beragam, dari bulat, lurus memanjang, spiral, dan bulat memanjang. Lampu hemat energi ini terdiri dari tabung gelas yang berisi campuran gas *argon* (Ar) dan air raksa/*merkury* (Hg). Logam elektroda pada masing-masing sisi dibalut dengan oksida alkali-bumi (Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra , CaCl₂, CaO) yang dapat memudahkan pelepasan elektron. Bagian dalam tabung lampu yang telah dilapisi oleh *phosphors* akan menerima radiasi *ultra-violet*, radiasi tersebut terjadi karena ada arus mengalir dari sisi elektroda positif menuju elektroda negatif melalui campuran gas *argon* dan *merkury* yang terionisasi. Sehingga benturan sinar *ultra-violet* pada lapisan *phosphors* memancarkan ulang radiasi sinar yang

tampak oleh mata sebagai cahaya lampu. Secara umum prinsip kerja dari *Compact Fluorescent Lamps* atau lampu hemat energi (LHE) sama dengan prinsip kerja dari *Fluorescent Lamps*. (Philips Lighting, Philips TL5 Lamps, 2005)



Gambar 2. 3 : Compact Fluorescent Lamps

2.2.4. Lampu LED

Lampu LED adalah Lampu listrik yang menggunakan komponen elektronika LED sebagai sumber cahayanya. LED adalah Dioda yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan Tegangan maju. Lampu LED memiliki daya tahan hingga 25.000 jam atau 2,5 kali lipat lebih tahan lama dari Lampu *Fluorescent*. Jika dibanding dengan Lampu Pijar, Lampu LED lebih tahan lama hingga 25 kali lipat dari ada lampu pijar. Meski harganya tergolong lebih mahal, lampu LED memiliki banyak keunggulan, diantaranya umur lampu yang begitu panjang bisa mencapai 20 tahun. Sangat hemat energi dibanding jenis lampu lainnya saat ini, serta cahaya yang dihasilkan sangat baik. (Shafitri & Mashuri, 2022)



Gambar 2. 4 : Lampu LED

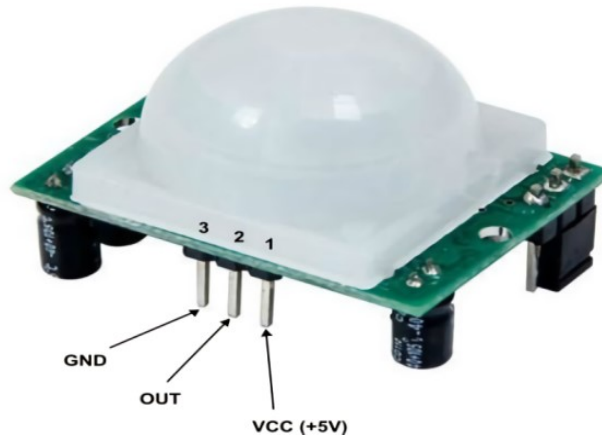
2.3. Sensor PIR (*Passive Infrared Receiver*)

Sensor *Passive Infrared Receiver* (PIR), sensor ini merupakan sensor berbasis infrared namun tidak sama dengan IR LED dan foto transistor. Sensor PIR Merespon energi dari pancaran *infrared* pasif yang dimiliki oleh setiap benda yang terdeteksi olehnya. Salah satu benda yang memiliki pancaran infrared pasif adalah tubuh manusia. Energi panas yang dipancarkan oleh benda dengan suhu diatas nol mutlak akan dapat ditangkap oleh sensor tersebut. (Desyantoro et al., 2015)

Sensor PIR (*Passive Infrared Received*) bersifat pasif, artinya sensor ini tidak memancarkan sinar infra merah tetapi hanya menerima radiasi sinar infra merah dari luar. Sensor ini biasanya digunakan dalam perancangan detektor gerakan berbasis PIR (*Passive Infrared Received*). Karena semua benda memancarkan energi radiasi, sebuah gerakan akan terdeteksi ketika sumber infra merah dengan suhu tertentu melewati sumber infra merah yang lain dengan suhu yang berbeda, maka sensor akan membandingkan pancaran infra merah yang diterima setiap satuan waktu, sehingga jika ada pergerakan maka akan terjadi perubahan pembacaan pada sensor. (Sumardi, 2017)

Sensor PIR (passive infrared receiver) terdiri dari beberapa bagian yaitu:

1. Lensa *Fresnel*
2. Penyaring Infra Merah
3. Sensor *Pyroelektrik*
4. Penguat *Amplifer*
5. Komparator



Gambar 2. 5 : Gambar Sensor PIR

Keterangan :

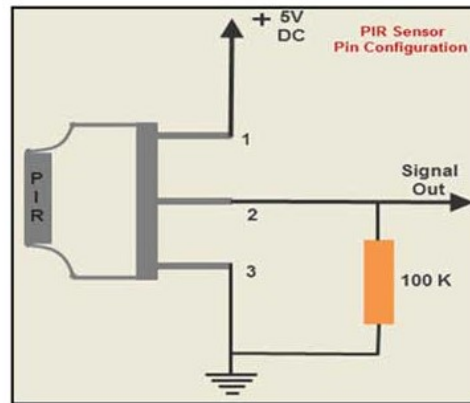
GND (*Ground*) : *Ground* merupakan sebuah kaki pin yang disambung ke tegangan negatif (0 Volt)

VCC : Sebuah kaki pin yang disambung ke tegangan positif (+5 Volt)

OUT : Keluaran

Sensor PIR yang berbentuk kubah lensa fresnel diperlihatkan di bawah ini. Jenis sensor ini memiliki 3 buah terminal yang masing masing berfungsi sebagai : ground, sumber daya dan output sinyal.

Sumber daya atau tegangan yang diperlukan untuk sensor adalah sekitar 5V. Sementara itu terminal output sensor dapat dihubungkan ke masukan modul elektronika, seperti arduino atau jenis mikrokontroller lainnya.



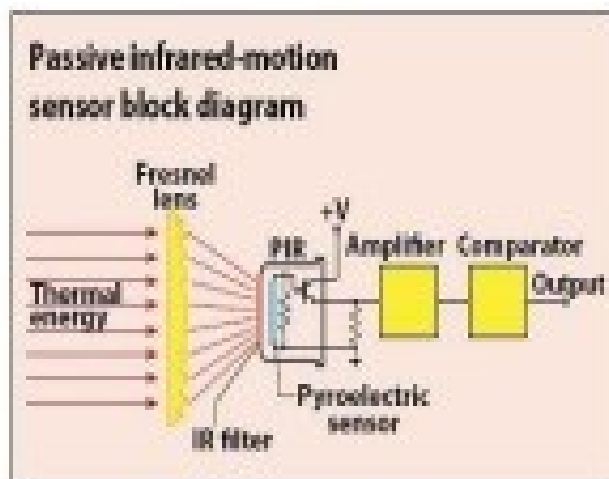
Gambar 2. 6 : Pin Configuration

Setiap kali ada obyek yang memiliki suhu panas, misalnya manusia melewati bidang jangkauan sensor PIR, maka sensor akan mendeteksi kemunculan obyek tersebut.

Sinar inframerah yang dideteksi oleh sensor akan diubah oleh sensor menjadi sinyal listrik yang dapat digunakan untuk mengaktifkan alarm atau sistem peringatan lainnya

2.3.1. Bagian-Bagian Sensor PIR

Menurut Saputra (2014:3), di dalam sensor PIR ini terdapat bagian-bagian yang mempunyai perannya masing-masing, yaitu *Fresnel Lens*, *IR Filter*, *Pyroelectric sensor*, *amplifier*, dan *comparator*.



Gambar 2. 7 : Bagian Sensor PIR

1. *Fresnel Lens*: untuk memfokuskan sinar terang, tetapi juga karena intensitas cahaya yang relatif konstan di seluruh lebar berkas cahaya.

2. *IR Filter*: IR Filter di modul sensor PIR ini mampu menyaring panjang gelombang sinar infrared pasif antara 8 sampai 14 mikrometer, sehingga panjang gelombang yang dihasilkan dari tubuh manusia yang berkisar antara 9 sampai 10 mikrometer ini saja yang dapat dideteksi oleh sensor. Sehingga Sensor PIR hanya bereaksi pada tubuh manusia saja.
3. *Pyroelectric sensor*: Seperti tubuh manusia yang memiliki suhu tubuh kira-kira 320 C, yang merupakan suhu panas yang khas yang terdapat pada lingkungan. Pancaran sinar inframerah inilah yang kemudian ditangkap oleh *Pyroelectric sensor* yang merupakan inti dari sensor PIR.
4. *Amplifier*: Sebuah sirkuit *amplifier* yang ada menguatkan arus yang masuk pada material *pyroelectric*.
5. Komparator: Setelah dikuatkan oleh *amplifier* kemudian arus dibandingkan oleh komparator sehingga menghasilkan output.

2.3.2. Fungsi Sensor PIR

Sensor digunakan untuk mendeteksi perubahan besaran atau peristiwa fisik dan mengubahnya menjadi sinyal elektris agar dapat diterima dan dibaca oleh modul elektronika (Evalina et al., 2022). Sensor terdiri dari berbagai macam jenis dengan fungsi yang berbeda. Namun pada dasarnya sensor dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu sensor analog dan sensor digital. Pada contoh kasusnya Sensor PIR digunakan dalam banyak proyek elektronika inovatif diantaranya sebagai berikut :

1. Sistem Pintu Otomatis

Sistem pembuka pintu otomatis merupakan proyek elektronika inovatif yang dirancang menggunakan komponen utama berupa sensor PIR. Jika ada manusia yang melewati pintu, maka sensor menghasilkan sinyal keluaran.

Sinyal ini dikirim ke mikrokontroler yang berfungsi untuk mengendalikan kerja driver motor. Driver motor ini dikendalikan oleh mikrokontroler dengan memberikan sinyal tegangan yang sesuai ke input driver dan mengaktifkan motor.

Dengan kata lain, driver motor mengontrol putaran motor yang terhubung dengann pintu. Sehingga, jika sensor mendeteksi ada orang yang lewat di area

jangkauannya, maka memungkinkan motor untuk mengoperasikan pintu untuk membuka secara otomatis.

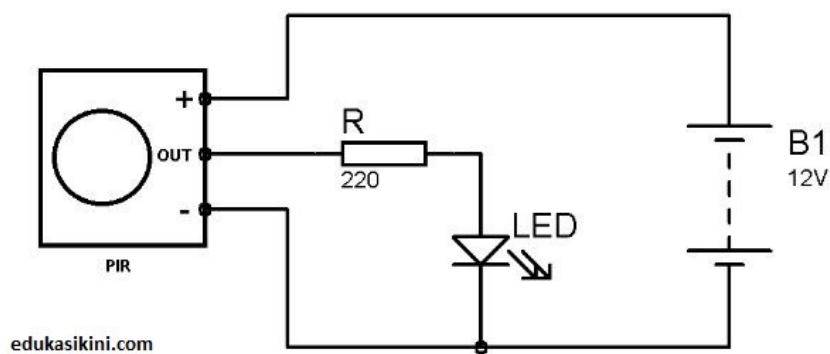
2. Sistem Alarm Keamanan

Proyek ini ditujukan untuk digunakan di tempat-tempat vital, seperti bank dan tempat-tempat yang membutuhkan keamanan lainnya. Sirkuit ini dihubungkan dengan sistem alarm yang terdiri dari IC UM3561.

IC UM3561 adalah sirkuit terintegrasi yang mengambil input digital dan menghasilkan *output* berupa multi nada seperti ambulans atau pemadam kebakaran atau sirene polisi. Jadi, jika ada yang manusia terdeteksi oleh rangkaian sensor PIR, maka sensor akan menghasilkan output digital. *Output* digital ini selanjutnya diumpankan ke IC UM3561 yang akan terpicu untuk bunyi menghasilkan sirene atau alarm.

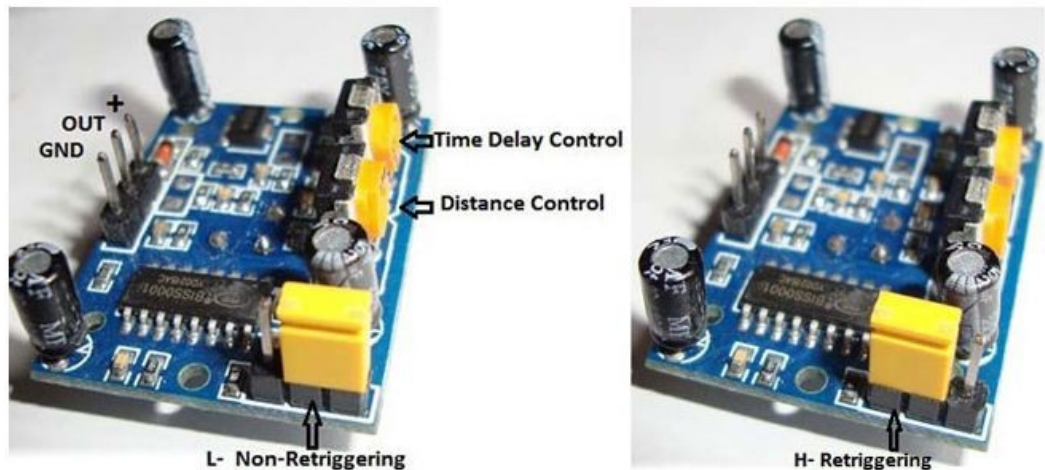
2.3.3. Cara Kerja Sensor PIR

PIR membutuhkan waktu untuk menstabilkan kondisi sesuai dengan kondisi sekitarnya, sehingga *LED ON* dan *OFF* secara acak selama sekitar 10-60 detik. Sekarang ketika kita melihat *LED* akan berkedip setiap kali ada gerakan, lihat ke belakang PIR, Anda akan menemukan jumper yang ditempatkan di antara PIN sudut luar dan PIN tengah terlihat pada diagram di bawah ini :



Gambar 2. 8 : Gambar Rangkaian Sensor PIR

Jika menghubungkan jumper antara PIN sudut dalam dan PIN tengah, maka LED akan tetap menyala sepanjang waktu sampai ada gerakan. Yang ini disebut "pemicu ulang" atau "pemicu berulang" dan jumper dikatakan berada di posisi H.



Gambar 2. 9 : Posisi Setiap PIN Pada Sensor PIR

Ada dua potensiometer ditunjukkan pada gambar 2.7 di atas yang satu digunakan untuk mengatur waktu tunda on dan yang kedua di gunakan setelah ada gerakan untuk *off LED*. Waktu tunda adalah durasi di mana *LED* akan tetap *ON* (keluaran pin *HIGH*).

Dalam pemecuan yang tidak dapat diulang, *OUTPUT* akan menjadi rendah secara otomatis setelah waktu tunda. Dalam *OUTPUT* pemicu berulang juga akan menjadi rendah setelah waktu tunda, tetapi jika ada aktivitas gerakan manusia yang berkelanjutan; *OUTPUT* akan tetap *TINGGI* bahkan setelah waktu tunda.

Putar potensiometer waktu tunda On searah jarum jam, peningkatan jarak penginderaan (sekitar 7 meter), di sisi lain, jarak penginderaan berkurang (sekitar 3 meter). Putar potensiometer setelah ada gerakan searah jarum maka Waktu tunda penundaan diperpanjang (600S, 10 menit), di sisi yang berlawanan, mempersingkat penundaan (0,3 detik).

Umumnya PIR mendeteksi inframerah dengan panjang gelombang 8 sampai 14 mikrometer dan memiliki jangkauan 3-15 meter dengan bidang pandang kurang dari 180 derajat. Rentang ini dapat bervariasi pada model yang berbeda. Beberapa PIR penempatan di langit-langit dapat mencakup 360 derajat. PIR umumnya beroperasi pada tegangan 3-9V DC.

2.4. Relay

Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *Electromechanical* (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (*Coil*) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/*Switch*). *Relay* menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan *Relay* yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan *Armature Relay* (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A. (Saleh & Haryanti, 2017)



Gambar 2. 10 : Gambar *Relay*

2.4.1. Bagian-Bagian *Relay*

Relay terdapat bagian-bagian yang mempunyai perannya masing-masing, yaitu sebagai berikut :

1. Coil Elektromagnetik

Merupakan lilitan yang terbentuk dari tembaga dengan lapisan kawat email yang fungsinya sebagai pembentuk medan magnet ketika mendapatkan tegangan listrik yang sesuai dengan tegangan kerja *Relay*.

2. Inti Besi

Merupakan bagian yang berperan menjadi bahan yang bersifat magnet ketika terinduksi dari *Coil Elektromagnetik* dan dengan sifat magnetnya berperan menarik bagian armature sehingga bisa merubah posisi switch kontak point.

3. Armatue

Merupakan material atau lempengan logam yang berfungsi sebagai tuas kontak yang bergerak merubah posisi kontak tergantung dari sifat magnet dari komponen inti besi yang mempengaruhinya.

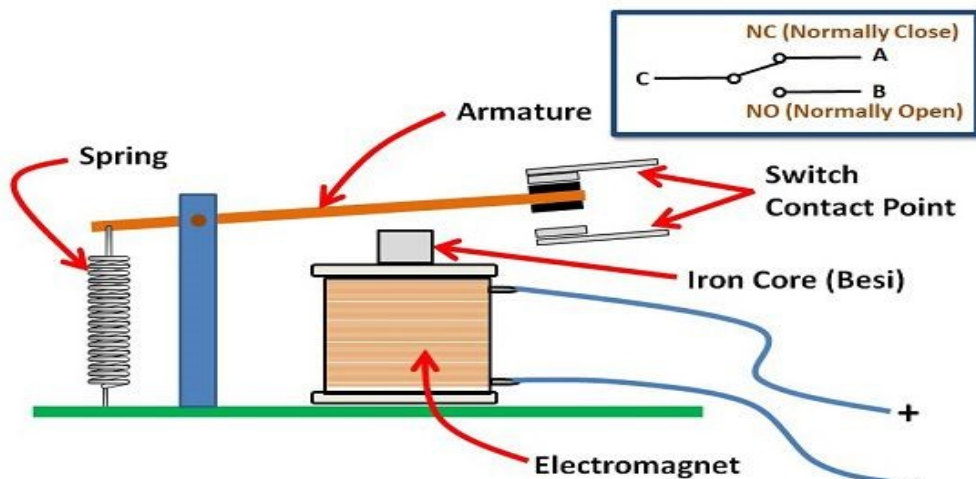
4. Switch Kontak Point

Merupakan bagian dari *Relay* yang berfungsi sebagai kontak output *Relay*. *Switch* kontak ini terdapat 2 kondisi yaitu NO (*Normally Open*) dan NC (*Normally Close*). *Normally open* maksudnya adalah kontak *Relay* secara normal saat lilitan A1 dan A2 belum mendapat tegangan adalah kontak terbuka. Sedangkan *Normally Close* maksudnya adalah bahwa kontak *Relay* saat lilitan A1 dan A2 belum mendapat tegangan adalah kontak tertutup.

5. Spring

Spring atau per merupakan bagian dari *Relay* yang berfungsi mengembalikan posisi switch contact poin *Relay* saat lilitan coil A1 dan A2 tidak bertegangan.

Adapun gambar struktur dan bagian – bagian dari *Relay* sebagai berikut :



Gambar 2. 11 : Struktur Sederhana *Relay*

Kontak poin (*Contact Point*) *Relay* terdiri dari 2 jenis yaitu :

- *Normally Close*, yaitu suatu kondisi kontak poin saat sebelum diaktifkan dan dalam kondisi tertutup.

- *Normally Open*, yaitu suatu kondisi awal dimana kontak poin dalam keadaan terbuka.

Berdasarkan gambar 2.11 diatas, sebuah besi (*Iron Core*) yang dililit oleh sebuah kumparan coil yang berfungsi untuk mengendalikan besi tersebut. Apabila kumparan coil diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya elektromagnet yang kemudian menarik armature untuk berpindah dari posisi sebelumnya (NC) ke posisi baru (NO) sehingga menjadi saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi barunya (NO). Posisi dimana armature tersebut berada sebelumnya (NC) akan menjadi open atau tidak terhubung. Pada saat tidak dialiri arus listrik, armature akan kembali lagi ke posisi awal (NC). Coil yang digunakan oleh *Relay* untuk menarik contact poin ke posisi close pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil.

2.4.2. Fungsi Relay

Fungsi atau kegunaan *Relay* dalam dunia elektronika sebenarnya juga sama seperti dalam teknik listrik. Hanya saja kebanyakan *Relay* yang digunakan dalam teknik elektronika adalah *Relay* dengan voltase kecil seperti 6 Volt, 12 Volt, 24 Volt berbeda dengan teknik listrik yang memakai *Relay* 220 Volt dan 110 Volt. Namun ada juga dalam teknik elektronika yang memakai *Relay* dengan voltase tinggi. Walau ada perbedaan pemakaian voltase pada *Relay*, sebenarnya *Relay* memiliki fungsi atau kegunaan yang sama yakni sebagai alat pengganti saklar yang bekerja untuk mengontrol atau membagi arus listrik ataupun sinyal lain ke sirkuit rangkaian lainnya. Secara garis besar, fungsi *Relay* adalah sebagai berikut.

1. Kontrol tegangan tinggi rangkaian dengan sinyal bertegangan rendah, seperti dalam beberapa jenis modem atau audio amplifier.
2. Kontrol sebuah rangkaian arus tinggi dengan sinyal arus rendah, seperti pada solenoid starter dari sebuah mobil.
3. Mendeteksi dan mengisolasi kesalahan pada jalur transmisi dan distribusi dengan membuka dan menutup pemutus rangkaian (*Controlling Relay*).
4. Sebuah kumparan *Relay* DPDT AC dengan kemasan “*ice cube*”.
5. Isolasi mengendalikan rangkaian dari rangkaian yang dikontrol ketika kedua berada pada potensi yang berbeda, misalnya ketika mengendalikan

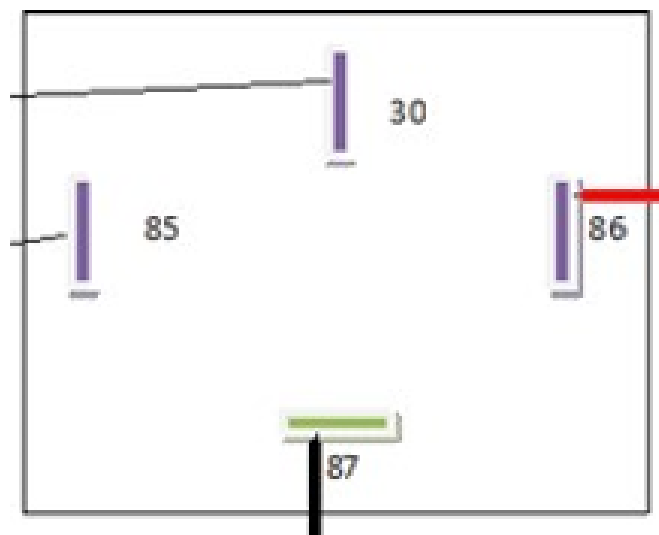
sebuah perangkat bertenaga utama dari tegangan rendah *switch*. Yang terakhir ini sering digunakan untuk mengontrol pencahayaan kantor sebagai kawat tegangan rendah dapat dengan mudah diinstal di partisi, yang dapat dipindahkan sesuai kebutuhan sering berubah. Mereka mungkin juga akan dikendalikan oleh hunian kamar detektor dalam upaya untuk menghemat energi.

6. Logika fungsi. Sebagai contoh, dan fungsi boolean direalisasikan dengan menghubungkan *Relay* normal kontak terbuka secara seri, maka fungsi atau dengan menghubungkan normal kontak terbuka secara paralel. Perubahan atas atau Formulir C kontak melakukan *XOR* fungsi. Fungsi yang sama untuk *NAND* dan *NOR* yang dicapai dengan menggunakan kontak normal tertutup. Tangga bahasa pemrograman yang sering digunakan untuk merancang jaringan logika *Relay*.
7. Awal komputasi. Sebelum tabung vakum dan transistor, *Relay* digunakan sebagai unsur-unsur logis dalam komputer digital.
8. *Safety* logika kritis. Karena *Relay* jauh lebih tahan daripada semikonduktor radiasi nuklir, mereka banyak digunakan dalam keselamatan logika kritis, seperti panel kontrol penanganan limbah radioaktif mesin.
9. Waktu tunda fungsi. *Relay* dapat dimodifikasi untuk menunda pembukaan atau penutupan menunda satu set kontak. Yang sangat singkat (sepersekian detik) penundaan ini akan menggunakan tembaga disk antara angker dan bergerak *blade* perakitan. Arus yang mengalir dalam disk mempertahankan medan magnet untuk waktu yang singkat, memperpanjang waktu rilis. Untuk sedikit lebih lama (sampai satu menit) keterlambatan, sebuah dashpot digunakan. Sebuah dashpot adalah sebuah piston diisi dengan cairan yang diperbolehkan untuk melarikan diri perlahan-lahan. Jangka waktu dapat divariasikan dengan meningkatkan atau menurunkan laju aliran. Untuk jangka waktu lebih lama, mesin jam mekanik timer diinstal.
10. Melindungi motor atau komponen lainnya dari korsleting atau kelebihan. (Sinaga et al., 2022).

2.4.3. Prinsip Kerja *Relay*

Relay merupakan komponen listrik yang memiliki prinsip kerja magnet dengan induksi listrik. *Relay* terdiri atas bagian-bagian utama sebagai berikut :

1. *Coil* atau Kumparan, merupakan gulungan kawat yang mendapat arus listrik. adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di *coil*.
2. *Contact* atau Penghubung, adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di *coil*. *Contact* ada 2 jenis : *Normally Open* (kondisi awal sebelum diaktifkan terbuka), dan *Normally Closed* (kondisi awal sebelum diaktifkan tertutup).



Gambar 2. 12 : Diagram Cara Kerja *Relay*

Cara kerja *Relay* adalah sebagai berikut :

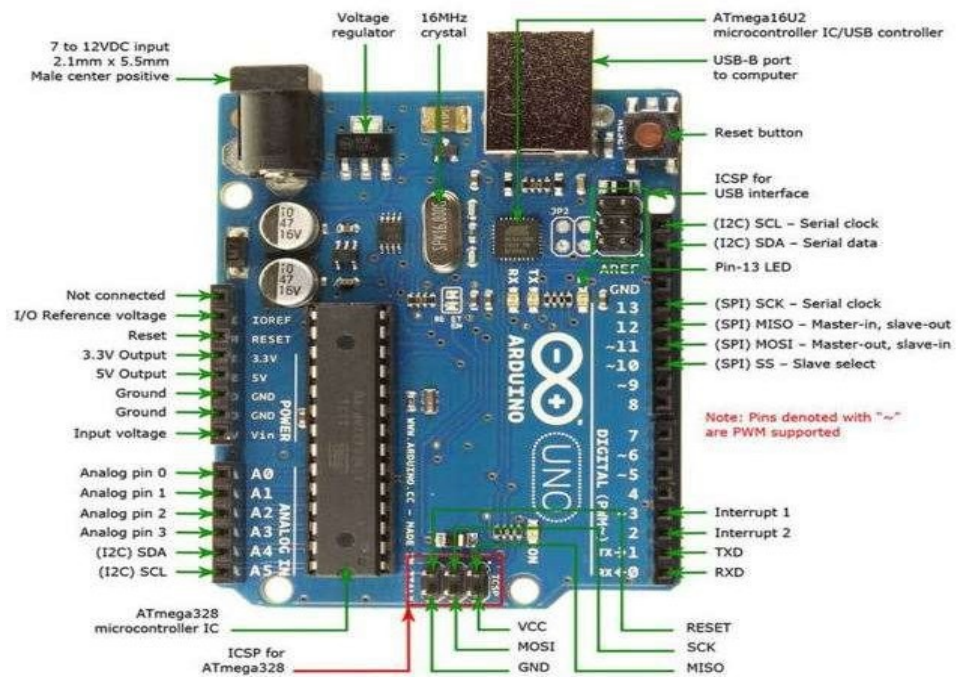
1. Saat *Coil* mendapatkan energi listrik (*energized*) akan menimbulkan gaya elektromagnetik.
2. Gaya magnet yang ditimbulkan akan menarik plat/lengan kontak (*armature*) berpegas (bersifat berlawanan), sehingga menghubungkan 2 titik *contact*.

Pada umumnya *Relay* terdiri dari 2 terminal *trigger*, 1 terminal *input* dan 1 terminal *output*.

1. Terminal *trigger* : yaitu terminal yang akan mengaktifkan rela seperti alat elektronik lainnya *Relay* akan aktif apabila di aliri arus + dan arus -. Pada contoh *Relay* yang kita gunakan terminal trigger ini adalah 85 dan 86.
2. Terminal *input* : yaitu terminal tempat kita memberikan masukan..pada contoh adalah terminal 30.
3. Terminal *output* : yaitu tempat keluarnya output pada contoh adalah terminal 87.

2.5. Arduino Uno

Arduino UNO adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada AT mega 328. Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input/output (6 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset (Pasaribu et al., 2022). Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya. “Uno” berarti satu dalam bahasa Italia dan dinamai untuk menandakan keluaran (produk) Arduino 1.0 selanjutnya. Arduino UNO dan versi 1.0 akan menjadi referensi untuk versi-versi Arduino selanjutnya. Arduino UNO adalah sebuah seri terakhir dari board Arduino USB dan model referensi untuk papan Arduino, untuk suatu perbandingan dengan versi sebelumnya. (Pasaribu & Reza, 2021).



Gambar 2. 13 : Board Arduino Uno R3 dan Konfigurasi Pin

Arduino merupakan platform rangkaian alat elektronik yang bersifat *Open-Source*, dimana perangkat keras dan perangkat lunaknya fleksibel dan bebas untuk dimodifikasi. Arduino ditujukan bagi para seniman, desainer, dan siapapun yang tertarik dalam menciptakan objek atau lingkungan yang interaktif. Arduino uno memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah *mikrokontroler*. Hanya dengan menghubungkannya ke sebuah komputer melalui USB atau memberikan tegangan DC dari baterai atau adaptor AC ke DC sudah dapat membuatnya bekerja (Evalina et al., 2022).

2.5.1. Spesifikasi Arduino Uno

Tabel 2. 1 Spesifikasi Mikrokontroler ATmega 328P Arduino Uno R3

Mikrokontroler	ATmega328P (Data Sheet)
Tegangan pengoperasian	5V
Tegangan Input (Rekomendasi)	7-17 V
Batas tegangan input	6-20 V
Pin I/O Digital	14 (6 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM)

Pin Digital PWM4	6
Pin Input Analog	6
Arus DC tiap Pin I/O	20 mA
Arus DC tiap Pin 3.3 V	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328P) sekitar 0.5 KB digunakan untuk bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Panjang	68.6 mm
Lebar	53.4 mm
Berat	25 g

2.5.2. Kegunaan atau Fungsi Arduino

Arduino yang dikontrol penuh oleh mikrokontroler ATmega328, banyak hal yang bisa dilakukan itu semua tergantung kreatifitas anda. Arduino dapat disambungkan dan mengontrol led, beberapa led, bahkan banyak led, motor DC, *Relay*, servo, modul dan sensor-sensor, serta banyak lagi komponen lainnya. Platform Arduino sudah sangat populer sekarang ini, sehingga tidak akan kesulitan untuk memperoleh informasi, tutorial dan berbagai eksperimen yang menarik yang tersedia banyak di internet. Dengan Arduino, dunia hardware bisa bekerja sama dengan dunia software. Anda bisa mengontrol hardware dari software, dan hardware bisa memberikan data kepada software. Semuanya bisa dilakukan dengan relatif mudah, murah, dan menyenangkan.

2.5.3. Kelebihan Arduino

Tidak perlu perangkat chip programmer karena didalamnya sudah ada bootloader yang akan menangani upload program dari komputer. Sudah memiliki sarana komunikasi USB, Sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki port serial/RS323 bisa menggunakannya. Memiliki modul siap pakai yang bisa ditancapkan pada board arduino. Contohnya shield GPS, Ethernet, dll.

2.5.4. Kekurangan Arduino

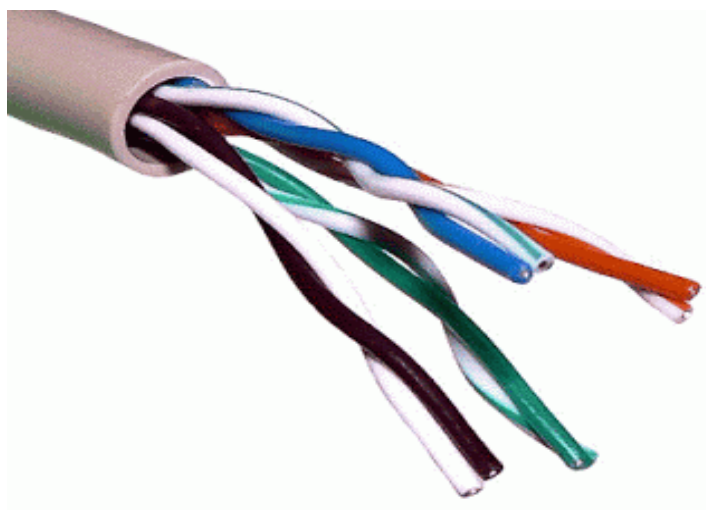
Beberapa tipe arduino tidak menyediakan modul *wired* atau *wireless* secara *built-in*, ruang penyimpanan terpotong untuk *bootloader*, memiliki kapasitas memori yang kecil, tidak bisa *install* OS dan tidak dapat digunakan sebagai computer pribadi, harus memodifikasi seluruh program setiap ingin mengubah atau memodifikasi program lama.

2.6. Pengkabelan

2.6.1. Kabel UTP

Kabel mulai ditemukan saat manusia membutuhkan sebuah alat yang berguna untuk menghubungkan suatu perangkat dengan perangkat lain dan ditemukan pada awal 1400an. Proses penemuan kabel ini tidak sama antara satu jenis kabel dengan kabel lainnya. Penemuan kabel tembaga membutuhkan proses yang paling lama dibanding kabel yang lain, hingga akhirnya berhasil ditemukan sebuah penemuan kabel koaksial mengikuti penemuan kabel tembaga (Pasaribu et al., 2017).

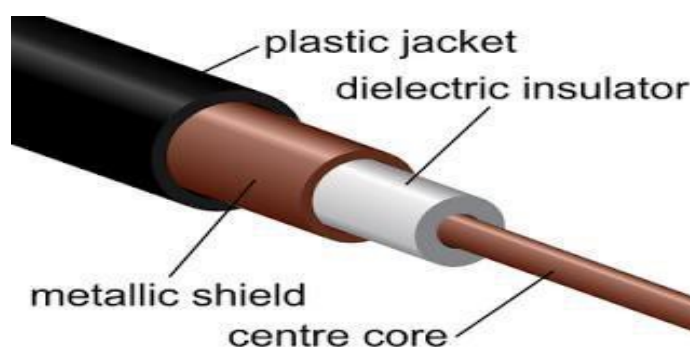
Kabel UTP memiliki banyak keunggulan. Selain mudah dipasang, ukurannya kecil, juga harganya relative murah dibanding media lain. Satu kekurangannya adalah rentan terhadap efek interferensi yang berasal dari media atau perangkatperangkat lain yang ada di sekelilingnya. Namun hal ini tidak menjadi kendala, dibuktikan dengan masih tetap digunakannya kabel UTP oleh ahli-ahli jaringan untuk membangun sebuah jaringan. Terdapat dua tipe kabel twisted pair yang digunakan untuk menghubungkan antar komputer yaitu UTP dan STP. (Nugroho & Kurniawan, 2018).



Gambar 2. 14 : Kabel UTP

2.6.2. Kabel Listrik

Kabel listrik adalah media untuk menyalurkan energi listrik. Sebuah kabel listrik terdiri dari isolator dan konduktor. Isolator adalah bahan pembungkus kabel yang biasanya terbuat dari karet atau plastik, sedangkan konduktor terbuat dari serabut tembaga atau tembaga pejal.



Gambar 2. 15 : Kabel Listrik

Kemampuan hantar sebuah kabel listrik ditentukan oleh KHA (kemampuan hantar arus) yang dimilikinya dalam satuan Ampere. Kemampuan hantar arus ditentukan oleh luas penampang konduktor yang berada dalam kabel listrik. Sedangkan tegangan listrik dinyatakan dalam Volt, besar daya yang diterima dinyatakan dalam satuan Watt, yang merupakan perkalian dari : “Ampere x Volt = Watt” Pada tegangan 220 Volt dan KHA 10 Ampere, sebuah

kabel listrik dapat menyalurkan daya sebesar $220V \times 10A = 2200$ Watt.(Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2015)

2.6.3. Kabel Jumper

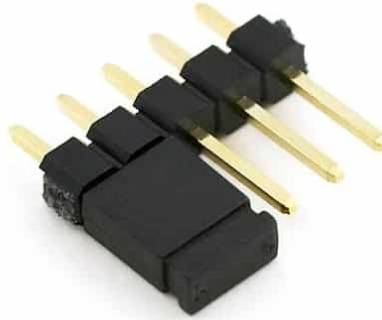
Pengertian kabel jumper merupakan kabelelektrik yg memiliki pin konektor pada setiap ujungnya dan memungkinkanmu untukmenghubungkan dua komponen yang melibatkan Arduino tanpa memerlukan solder. Pengertian kabel jumper merupakan kabelelektrik yg memiliki pin konektor pada setiap ujungnya dan memungkinkanmu untukmenghubungkan dua komponen yang melibatkan Arduino tanpa memerlukan solder. Kabel jumper adalah kabel elektrik untuk menghubungkan antar komponen di *breadboard* tanpa memerlukan solder. Kabel jumper umumnya memiliki *connector* atau pin di masing-masing ujungnya. kabel jumper adalah kabel elektrik yang memiliki pin konektor di setiap ujungnya dan memungkinkanmu untuk menghubungkan dua komponen yang melibatkan Arduino tanpa memerlukan solder.

Intinya kegunaan kabel jumper ini adalah sebagai konduktor listrik untuk menyambungkan rangkaian listrik. Biasanya kabel jamper digunakan pada *breadboard* atau alat *prototyping* lainnya agar lebih mudah untuk mengutak-atik rangkaian. Konektor yang ada pada ujung kabel terdiri atas dua jenis yaitu konektor jantan (*male connector*) dan konektor betina (*female connector*).



Gambar 2. 16 : Kabel Jumper

Kabel jumper merupakan kabel elektrik yang berfungsi untuk menghubungkan antar komponen yang ada di *breadboard* tanpa harus memerlukan solder. Umumnya memang kabel jumpe sudah dilengkapi dengan pinyang terdapat pada setiap ujungnya.



Gambar 2. 17 :Terminal Jumper *Relay*

Un pelompat atau pelompat Ini adalah elemen elektronik yang memungkinkan untuk membuka atau menutup sirkuit listrik melalui terminal. Jumper biasanya disolder ke PCB, seperti GPIO dari Raspberry Pi (laki-laki), atau input dan output dari papan Arduino (perempuan). Berkat sepotong kecil plastik dengan pelat konduktif di dalamnya, dapat dengan mudah dimasukkan ke terminal ini untuk menjembatani koneksi.

Un pelompat atau pelompat Ini adalah elemen elektronik yang memungkinkan untuk membuka atau menutup sirkuit listrik melalui terminal. Jumper biasanya disolder ke PCB, seperti GPIO dari Raspberry Pi (laki-laki), atau input dan output dari papan Arduino (perempuan). Berkat sepotong kecil plastik dengan pelat konduktif di dalamnya, dapat dengan mudah dimasukkan ke terminal ini untuk menjembatani koneksi. pin atau terminal tersebut dijembatani dengan bantuan potongan kecil atau jumper.

Kabel ini sangat populer digunakan untuk menghubungkan banyak modul dan perangkat ke *GPIO Raspberry Pi*, atau untuk menghubungkan komponen ke papan Arduino, untuk menghubungkan tombol reset dan daya ke motherboard PC, untuk proyek di papan tempat memotong roti sebagai alternatif pengelasan untuk perakitan mudah dan pembongkaran. Adapun Jenis jenis kabel jumper yang paling umum adalah sebagai berikut :

1. Kabel *Jumper Male to Male*

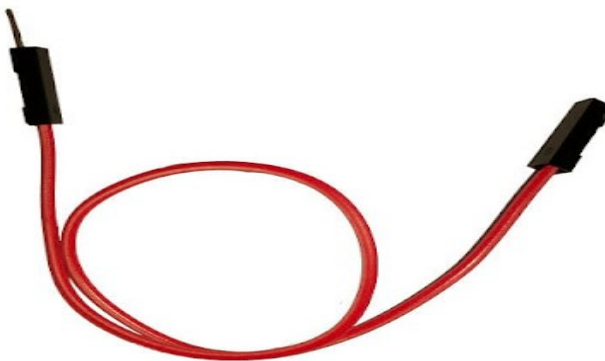
Jenis yang pertama adalah kabel *jumper male male*. Kabel jumper male to male adalah jenis yang sangat yang sangat cocok untuk kamu yang mau membuat rangkaian elektronik di *breadboard*.



Gambar 2. 18 : Kabel Jumper Male to Male

2. Kabel *Jumper Male To Female*

Kabel *jumper male female* memiliki ujung konektor yang berbeda pada tiap ujungnya, yaitu male dan female. Biasanya kabel ini digunakan untuk menghubungkan komponen elektronika selain Arduino ke breadboard.



Gambar 2. 19 : Kabel Jumper Male To Female

3. Kabel Jumper Female to Female

Jenis kabel jumper yang terakhir adalah kabel female to female. Kabel ini sangat cocok untuk menghubungkan antar komponen yang memiliki *header male*. contohnya seperti sensor ultrasonik HC-SR04, sensor suhu DHT, dan masih banyak lagi.



Gambar 2. 20 : Kabel Jumper Female to Female

Berikut ini adalah table 2.2 ukuran panjang kabel jumper Arduino berdasarkan satuan *inchi* dan *centimeter* :

Tabel 2. 2 : Ukuran Kabel Jumper Arduino

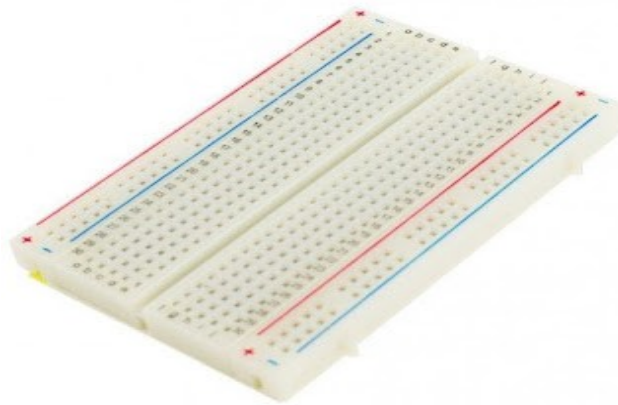
Inchi (In)	Centimeter (cm)
9,8	25
9,4	24
7,8	20
7,7	19,5
6,2	16
5,9	15
5,8	14,7
4,6	11,7
4,3	11

Spesifikasi kabel jumper Arduino yang baik adalah kabel yang agak lentur dengan konektor yang agak keras dan sulit untuk dilepaskan dari ujung kabel. Kabel jumper yang keras dan kaku serta memiliki konektor lunak akan lebih mudah rusak saat digunakan.

2.7. Breadboard (Project Board)

Breadboard Arduino adalah sejenis papan roti yang biasanya digunakan untuk membuat prototype rangkaian elektronik. Beberapa orang kadang menyebutnya project board atau bahkan protoboard (*prototype board*). Pada

dasarnya *breadboard* adalah board yang digunakan untuk membuat rangkaian elektronik tanpa harus merepotkan pengguna untuk menyolder. Biasanya papan breadboard ini digunakan untuk membuat rangkaian elektronik sementara untuk tujuan uji coba atau *prototype*.



Gambar 2. 21 : Papan Breadboard

Tampak bahwa deretan lubang di bagian atas dan bawah ditandai dengan garis merah dan biru. Deretan lubang yang ditandai garis merah menunjukkan jalur positif untuk catudaya, sedangkan yang ditandai garis biru merupakan jalur negatif untuk catudaya.

2.8. Parameter Listrik

Sistem tenaga listrik dituntut menghasilkan daya listrik yang berkualitas, terutama untuk menyuplai suatu beban yang penting dan sensitif. Masalah kualitas daya listrik meliputi setiap masalah yang berhubungan dengan tegangan, arus atau frekuensi yang menyebabkan kegagalan atau kesalahan pengoperasian pada peralatan listrik yang digunakan (Luqman Assaffat, 2009). Jika peralatan listrik bekerja secara tepat dan handal tanpa mengalami tekanan dan kerugian dapat dikatakan peralatan listrik tersebut mempunyai kualitas daya yang bagus, sebaliknya ketika perlengkapan listrik gagal fungsi (*Malfunction*), kurang handal atau mengalami kerugian pada saat penggunaan, dapat dikatakan bahwa peralatan tersebut memiliki kualitas daya yang buruk (A.A. Gede Marta Pratama, I Wayan Rinas, 2021) (Koley et al., 2017).

Kualitas daya banyak dipengaruhi antara oleh jenis beban yang tidak linear, ketidak seimbangan pembebanan, distorsi gelombang harmonik yang

melebihi standart dan lain- lain. Penurunan kulaitas daya dapat menyebabkan peningkatan rugi-rugi pada sisi beban, bahkan menyebabkan penurunan kapasitas daya pada sumber pembangkit (generator) (Islam et al., 2015) (Patria et al., 2019). Adapun parameter yang mempengaruhi kualitas daya listrik yaitu :

2.8.1. Muatan Listrik

Listrik adalah pergerakan elektron. Elektron menciptakan muatan, yang dapat kita manfaatkan untuk melakukan pekerjaan. Menyalakan bola lampu, menyalakan pemutar musik stereo, menyalakan telepon, dan lain sebagainya, semuanya memanfaatkan pergerakan elektron untuk melakukan pekerjaan tersebut. Semuanya beroperasi menggunakan sumber daya dasar yang sama yaitu pergerakan elektron. Tiga prinsip dasar untuk tutorial ini dapat dijelaskan menggunakan elektron, atau lebih khusus lagi, muatan yang mereka buat:

- Tegangan adalah perbedaan potensial muatan antara dua titik di dalam suatu medan listrik.
- Arus adalah laju aliran muatan listrik yang melewati suatu titik dalam suatu rangkaian.
- Hambatan adalah kecenderungan material untuk menahan aliran muatan (arus).

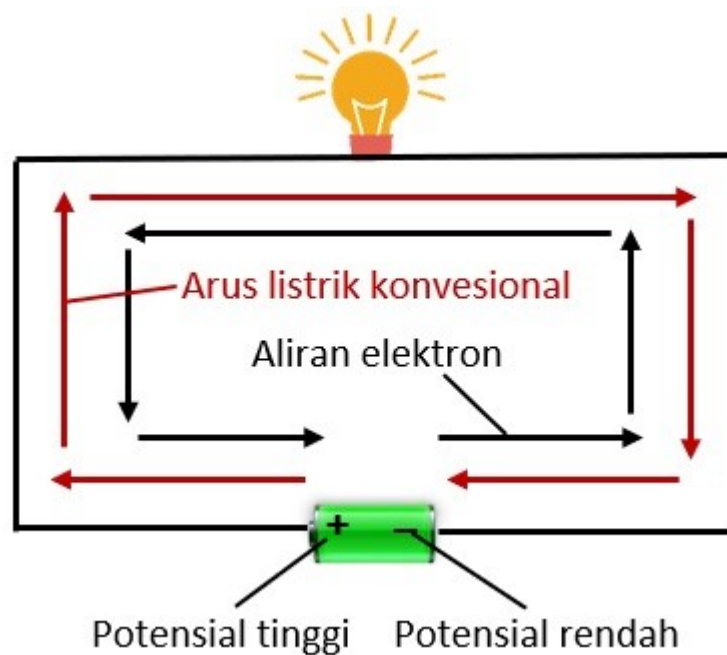
Tegangan atau potensial listrik merupakan energi listrik yang diperlukan untuk mengalirkan muatan listrik dari ujung-ujung penghantar. Beda potensial adalah perbedaan energi potensial diantara dua titik dalam suatu rangkaian elektronika. Dengan kata lain, listrik memerlukan tegangan agar bisa mengalir. Satuan tegangan listrik adalah Volt atau yang biasa dilambangkan dengan V. Pengukuran besaran tegangan listrik dapat menggunakan alat yang disebut voltmeter.

Jika suatu benda memiliki jumlah muatan positif yang lebih banyak dari benda lain maka bisa dikatakan juga benda tersebut memiliki potensial listrik yang lebih tinggi dibandingkan beda lainnya. Jadi yang dimaksud dengan potensial listrik adalah banyaknya muatan yang ada dalam suatu benda. Semakin besar energi potensial yang dimiliki suatu benda maka semakin banyak elektron yang dilepaskan dan semakin tinggi juga tegangan listriknya. Semakin besar

tegangan maka semakin kuat juga dorongan yang dilakukan elektron dalam suatu rangkaian listrik.

2.8.2. Tegangan Listrik

Tegangan Listrik adalah jumlah energi yang dibutuhkan untuk memindahkan unit muatan listrik dari satu tempat ke tempat lainnya. Tegangan listrik yang dinyatakan dengan satuan Volt ini juga sering disebut dengan beda potensial listrik karena pada dasarnya tegangan listrik adalah ukuran perbedaan potensial antara dua titik dalam rangkaian listrik. Suatu benda dikatakan memiliki potensial listrik lebih tinggi daripada benda lain karena benda tersebut memiliki jumlah muatan positif yang lebih banyak jika dibandingkan dengan jumlah muatan positif pada benda lainnya. Sedangkan yang dimaksud dengan Potensial listrik itu sendiri adalah banyaknya muatan yang terdapat dalam suatu benda.



Gambar 2. 22 : Skema Sumber Tegangan Listrik

Tegangan listrik dapat juga dianggap sebagai gaya yang mendorong perpindahan elektron melalui konduktor dan semakin tinggi tegangannya semakin besar pula kemampuannya untuk mendorong elektron melalui rangkaian yang diberikan. Muatan listrik dapat kita analogikan sebagai air di dalam sebuah tangki air, sedangkan Tegangan listrik dapat kita analogikan

sebagai tekanan air pada sebuah tangki air, semakin tinggi tangki air di atas outlet semakin besar tekanan air karena lebih banyak energi yang dilepaskan. Demikian juga dengan tegangan listrik, semakin tinggi tegangan listriknya maka semakin besar energi potensial yang dikarenakan semakin banyak elektron yang dilepaskan.

Apabila pada saat dua distribusi muatan listrik yang dipisahkan oleh jarak tertentu, maka akan terjadi kekuatan listrik diantara keduanya. Jika distribusinya memiliki muatan yang sama (kedua-duanya positif atau kedua-duanya negatif) maka saling berlawanan atau saling tolak menolak. Namun apabila dua distribusi muatan berbeda (satu positif dan satunya lagi negatif) maka akan menyebabkan gaya yang saling tarik-menarik. Pada saat kedua distribusi muatan tersebut disambungkan dengan rangkaian atau beban yang unit positifnya sedikit maka unit positif tersebut akan dipengaruhi oleh kedua distribusi muatan tersebut. Terdapat 4 tingkat tegangan pada listrik, yaitu :

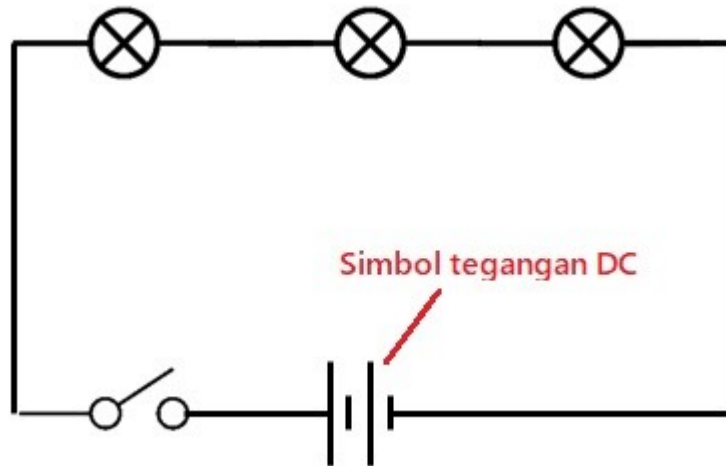
- Tegangan sangat rendah (*extra low voltage*)
- Tegangan rendah (*low voltage*)
- Tegangan tinggi (*high voltage*)
- Tegangan sangat tinggi (*extra high voltage*)

Tegangan listrik merupakan suatu fenomena fisika yang berkaitan dengan aliran bermuatan listrik. Tegangan listrik dapat menimbulkan efek berupa petir, listrik statis, listrik elektromagnetik, dll. Tegangan listrik juga memberikan atau menyimpan arus listrik yang dapat digunakan oleh komponen elektronika yang berkaitan dengan sumber listrik.

Beberapa energi dapat menghasilkan tegangan listrik seperti energi matahari, energi kimia, dan energi gerak. Sumber tegangan listrik dibagi menjadi 2 bagian yaitu sumber tegangan listrik arus yang searah (DC : Direct Current), dan sumber tegangan listrik arus yang berbolak-balik (AC : Alternating Current). Berikut ini merupakan beberapa sumber tegangan listrik dan beberapa elemen listrik. Secara umum, sumber tegangan listrik dibagi menjadi dua jenis, yaitu tegangan listrik searah (DC) dan tegangan listrik bolak-balik.

a. Sumber Tegangan Listrik Searah (DC)

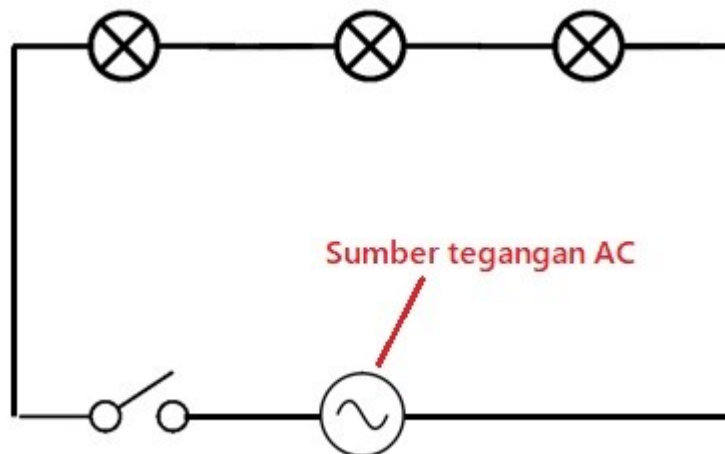
DC singkatan dari Direct Current, artinya arus listrik searah. Jadi sumber tegangan listrik DC adalah sumber tegangan yang menghasilkan arus listrik searah.



Gambar 2. 23 : Rangkaian Tegangan Searah (DC)

b. Sumber Tegangan Listrik Bolak- Balik (AC)

AC merupakan singkatan dari Alternating Current, artinya arus bolak-balik. Jadi, sumber tegangan listrik AC adalah sumber tegangan yang menghasilkan arus bolak-balik.



Gambar 2. 24 : Rangkaian Tegangan Sumber Bolak-Balik

Sebuah sumber tegangan listrik yang konstan biasanya disebut dengan tegangan DC (tegangan searah) sedangkan sumber tegangan listrik yang bervariasi secara berkala dengan waktu disebut dengan tegangan AC (tegangan

bolak balik). Tegangan listrik diukur dengan satuan Volt yang dilambangkan dengan simbol huruf “V”. 1 Volt (satu Volt) dapat didefinisikan sebagai tekanan listrik yang dibutuhkan untuk menggerakkan 1 Ampere arus listrik melalui konduktor yang beresistansi 1 Ohm. Istilah “VOLT” ini diambil dari nama fisikawan Italia yang menemukan baterai volta (*Voltaic Pile*) yaitu *Alessandro Volta* (1745-1827).

Baterai dan pencatu daya (power supply) merupakan contoh sumber yang menghasilkan tegangan DC (tegangan searah) yang stabil seperti menghasilkan tegangan DC 1,5V, 3V, 5V, 9V, 12V dan 24V. Sementara sumber tegangan AC (tegangan bolak-balik) tersedia untuk keperluan peralatan rumah tangga dan industri. Tegangan AC standar yang digunakan di Indonesia adalah 220V, sedangkan di negara lain ada yang menggunakan 100V, 110V ataupun 240V.

2.8.3. Arus Listrik

Arus listrik (*electric current*) atau listrik dinamis adalah aliran yang terjadi lantaran adanya jumlah muatan listrik. Muatan listrik tersebut mengalir dari satu titik ke titik lain dan kejadian tersebut berlangsung pada suatu rangkaian tiap satuan waktu.

Mengutip definisi menurut KBBI, listrik dinamis merupakan laju aliran listrik yang melalui bagian atau titik tertentu dalam rangkaian elektronika. Muatan tersebut ada beberapa macam, berupa elektron bermuatan positif atau negatif meliputi proton, ion positif, atau hole.

Disamping itu, arus listrik juga timbul karena terdapat perbedaan tegangan atau potensial pada media penghantar dua titik. Apabila tegangan semakin besar, maka akan berimbas pada arus listrik yang mengalir di kedua pipa sehingga juga kian membesar. Satuan arus listrik internasional hadir dalam bentuk A atau *Ampere*. Sedangkan dalam penulisan rumus, pengertian arus listrik tergambar dengan simbol I (*Current*). Untuk mengetahui besarnya arus listrik, kita bisa menggunakan alat bernama *Basicmeter*. Jika ingin tahu jumlah tegangan listriknya, maka bisa menggunakan *Voltmeter*. Sedangkan *Amperemeter* (*Ammeter*) berfungsi untuk mengukur kuat arus listrik. Berikut ini merupakan tiga elemen yang menyatakan arus listrik :

1. Aliran Muatan

Definisi umum dari arus adalah aliran muatan dari kutub positif menuju kutub negatif. Mudahnya, bisa kita ambil baterai sebagai contoh. Baterai bisa mengalirkan listrik apabila kita sambungkan pada dua kutub tersebut.

2. Beda Potensial

Pengertian arus listrik juga bisa kita ambil dari perbedaan tegangan di dua kutub. Sedikit menyerupai reaksi kimia, ketika dua tegangan kita satukan, arus akan terbentuk sampai kedua tegangan setara.

3. Aliran Elektron

Pengertian lain dari arus listrik terakhir adalah aliran elektron. Elektron akan bergerak dengan perantara (konektor/konduktor) dan mencapai tingkat kesetimbangan.

2.8.4. Daya Listrik

a. Pengertian Daya Listrik

Daya memiliki arti sebagai energi per satuan waktu, dalam bahasa Inggris disebut dengan *Electrical Power* adalah jumlah energi yang diserap atau dihasilkan dalam sebuah sirkuit/rangkaian (Kirch et al., 2019). Daya merupakan jumlah energi listrik yang digunakan untuk melakukan usaha di dalam sistem tenaga listrik. Satuan untuk daya listrik umumnya adalah Waatt. Sumber Energi seperti Tegangan listrik akan menghasilkan daya listrik sedangkan beban yang terhubung dengannya akan menyerap daya listrik tersebut (Matos et al., 2016a) (Singh et al., 1998). Dengan kata lain, daya listrik adalah tingkat konsumsi energi dalam sebuah sirkuit atau rangkaian listrik. Daya pada suatu sistem tegangan bolak-balik (AC) dikenal dengan tiga macam yaitu daya aktif (nyata) dengan simbol (P) satuannya adalah Watt (W), daya reaktif dengan simbol (Q) satuannya adalah volt ampere reactive (VAR) dan daya semu dengan simbol (S) satuannya adalah volt ampere (VA). Berdasarkan definisi tersebut, perumusan daya listrik adalah seperti dibawah ini :

$$P = E / t \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

P = Daya Listrik

E = Energi dengan satuan Joule

t = waktu dengan satuan detik

Dalam rumus perhitungan, Daya Listrik biasanya dilambangkan dengan huruf “P” yang merupakan singkatan dari Power. Sedangkan Satuan Internasional (SI) Daya Listrik adalah Watt yang disingkat dengan simbol W. Watt adalah sama dengan satu joule per detik (Watt = Joule / detik). Satuan turunan Watt yang sering dijumpai diantaranya adalah seperti dibawah ini :

- 1 miliWatt = 0,001 Watt
- 1 kiloWatt = 1.000 Watt
- 1 MegaWatt = 1.000.000 Watt

Rumus umum yang digunakan untuk menghitung Daya Listrik dalam sebuah Rangkaian Listrik adalah sebagai berikut :

$$P = V \cdot I \dots\dots\dots(2.2)$$

Atau :

$$P = I^2 R \dots\dots\dots(2.3)$$

$$P = V^2 / R \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

- P = Daya Listrik dengan satuan Watt (W)
- V = Tegangan Listrik dengan Satuan Volt (V)
- I = Arus Listrik dengan satuan Ampere (A)
- R = Hambatan dengan satuan Ohm (Ω)

b. Macam-macam Jenis Daya Listrik

1) Daya Aktif

Daya aktif adalah daya rata-rata yang sesuai dengan kekuatan sebenarnya ditransmisikan atau dikonsumsi oleh beban (Kirch et al., 2019). Beberapa contoh dari daya aktif adalah energi panas, energi mekanik, cahaya dan daya aktif memiliki satuan berupa watt (W). Berikut ini merupakan persamaan daya aktif menurut *Von Meier Alexander* :

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi \text{ (1 phasas) } \dots\dots\dots(2.8)$$

$$P = 3 \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos \varphi \text{ (3 phasa) } \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana :

- P = Daya aktif (watt)
- V = Tegangan (volt)
- I = Arus (ampere)
- IL = arus jaringan (ampere)
- Cos ϕ = Faktor daya
- VL = Tegangan jaringan (volt)

2) Daya Reaktif

Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet (Pareira, 2017). Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk fluks medan magnet. Contoh daya yang menimbulkan daya reaktif adalah transtformator, motor, lampu pijar dan lain – lain. Daya reaktif memiliki satuan berupa volt ampere reactive (VAR). Berikut ini merupakan persamaan daya reaktif menurut *Von Meier Alexander* :

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \phi \text{ (1 phasa) } \dots\dots\dots(2.10)$$

$$Q = 3 \cdot VL \cdot IL \cdot \sin \phi \text{ (3 phasa) } \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana :

- Q = Daya Reaktif (VAR)
- V = Tegangan (Volt)
- I = Arus (Ampere)
- VL = Tegangan jaringan (Volt)
- IL = Arus jaringan (ampere)

3) Daya Semu

Daya Semu adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan dan arus dalam suatu jaringan (Meier Alexander, 2011). Atau daya yang merupakan hasil penjumlahan trigonometri daya aktif dan daya reaktif. Daya semu ialah daya yang dikeluarkan sumber *Alternation Current (AC)* atau di serap oleh beban (Samapta, 2015). Satuan dari daya semu yaitu *Volt Ampere (VA)*. Berikut persamaan dari daya semu :

$$S = V \cdot I \dots\dots\dots(2.12)$$

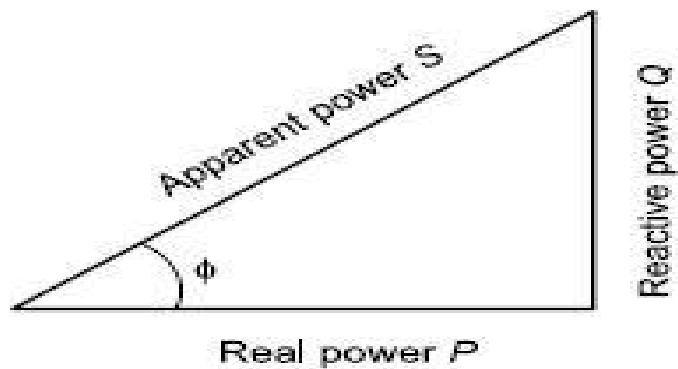
Dimana :

S = Daya Semu (VA)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

Hubungan dari ketiga daya diatas disebut sistem segitiga daya dapat digambarkan seperti gambar di bawah ini :



Gambar 2. 25 : Segitiga Daya
(Saifuddin et al., 2018)

Hubungan daya pada gambar segitiga daya dapat dijelaskan dengan persamaan seperti pada Tabel 2.3 berikut

Tabel 2. 3 Persamaan Segitiga Daya

No.	Nama Daya	Rumus	Satuan
1	Daya aktif (P)	$P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \phi$	Watt
2	Daya reaktif (Q)	$Q = V \cdot I \cdot \text{Sin } \phi$	VAR
3	Daya semu (S)	$S = V \cdot I$	VA

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

3.1.1. Waktu

Waktu pelaksanaan perancangan ini dilakukan dalam waktu 6 bulan dari tanggal 12 April 2022 sampai 04 Oktober 2022. Dimulai dengan persetujuan proposal ini sampai selesai perancangan.

3.1.2. Tempat

Perancangan dan pengujian tugas akhir ini dilakukan pada Rumah tinggal peneliti di alamat Jalan Sidorukun Gang Kerang, No. 10 Kelurahan Glugur Darat II, Kecamatan Medan Timur, Medan 20238.

3.2. Bahan dan Alat

3.2.1. Bahan Perancangan

Adapun bahan perancangan yang digunakan dalam perancangan ini, yaitu :

1. Lampu, berfungsi sebagai penerangan pada saat malam hari dan menerangi ruangan yang gelap agar menjadi lebih terang.
2. Sensor PIR (*Passive Infrared Receiver*), berfungsi sebagai alat pendeteksi gerakan, sensor ini bersifat pasif yang artinya tidak memancarkan sinar infra merah tetapi hanya menerima radiasi sinar infra merah dari luar.
3. *Relay*, berfungsi untuk media stimulus untuk mengubah listrik kecil menjadi arus listrik yang lebih besar menggunakan daya elektromagnetisme.
4. Arduino Uno, yang berfungsi sebagai otak untuk menjalankan alat melalui pemograman dengan menggunakan laptop ataupun computer.
5. Kabel, berfungsi sebagai penghantar signal, arus listrik, dan data dari peralatan elektronik.
6. Breadboard, berfungsi untuk merancang sebuah rangkaian elektronik sederhana.

3.2.2. Alat Perancangan

Adapun alat perancangan yang digunakan oleh penulis dalam perancangan ini, yaitu :

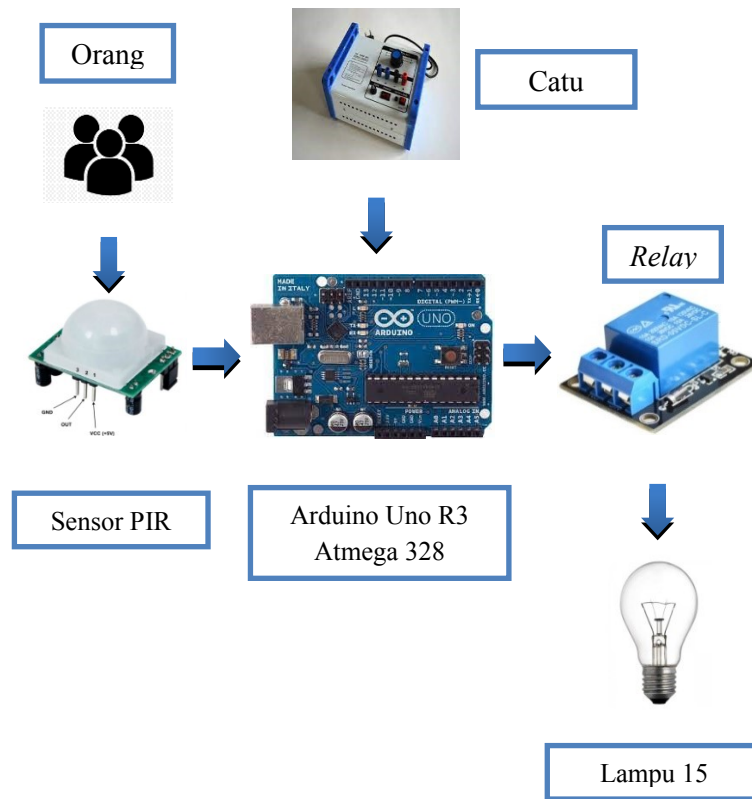
1. Obeng Plus digunakan untuk mengencangkan dan melonggarkan baut berbentuk plus.
2. Test Pen digunakan untuk mengetahui atau mengecek apakah sebuah penghantar listrik memiliki tegangan listrik atau tidak.
3. Tang Potong digunakan untuk memotong logam – logam yang kecil dan kabel.
4. Multimeter digital, sesuai dengan namanya yaitu Multi. Multi meter digital ini berfungsi sebagai mengukur berbagai macam satuan seperti tegangan arus hambatan dan lain lain pada suatu rangkaian listrik.
5. Solder, berfungsi untuk melunakkan timah putih dan mencabut IC atau komponen elektronik kecil lain yang melekat pada impek.
6. Timah, berfungsi sebagai alat yang untuk menyambungkan antara dua buah komponen yaitu komponen perekat elektronika dan papan pcb.
7. Laptop sebagai alat pemograman.

3.3. Prosedur Kerja Alat

Sistem lampu kamar tidur ini memiliki beberapa kondisi, yaitu :

1. Kondisi awal yaitu Apabila sensor PIR mendeteksi adanya sebuah gerakan dari manusia maka lampu akan menyala secara otomatis.
2. Ketika tidak ada gerakan dari manusia maka lampu akan mat secara.
3. Perancangan sistem kontrol berbasis Arduino ini adalah suatu alat yang berfungsi untuk menyalakan lampu secara otomatis dan menggunakan deteksi jarak 1-2 meter, tanpa menggunakan lagi saklar untuk mematikan dan menyalakan lampu. Jadi ketika mendeteksi adanya manusia maka lampu akan menyala secara otomatis dan jika tidak ada manusia maka lampu akan mati secara otomatis.

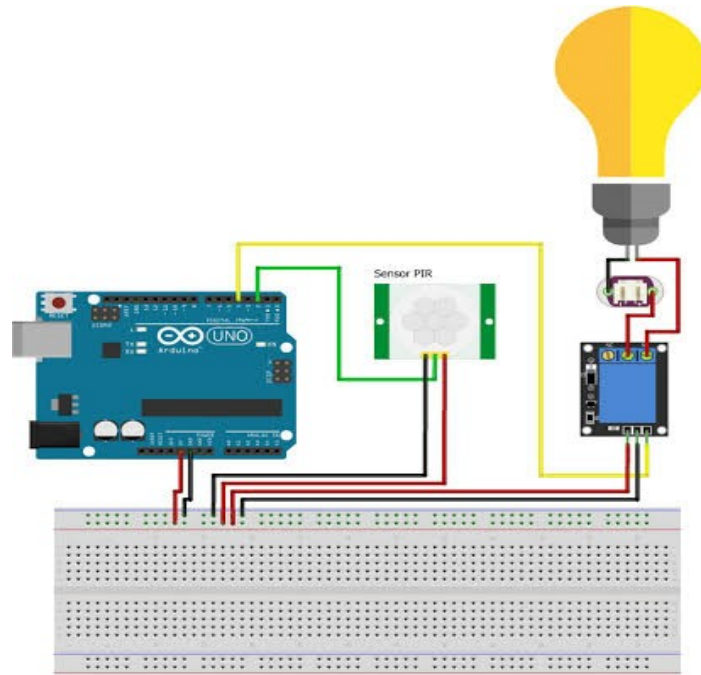
3.4. Blok Diagram Lampu Kamar Tidur 15 Watt Otomatis



Gambar 3. 1 : Blok Perancangan

3.4.1. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan pada penelitian ini akan dilakukan dengan menggunakan dua perancangan yaitu perancangan perangkat lunak (*software*) serta perancangan perangkat keras (*hardware*). Perancangan ini untuk membuat sebuah sistem penerangan rumah otomatis dan optimal dimana penerangan ini akan bekerja dibawah pengaruh cuaca dan ada atau tidaknya orang didalam ruang tersebut. Sebuah alat yang meliputi diagram blok rangkaian dan realisasi rangkaian dengan prinsip kerja dari masing-masing blok rangkaian yang digunakan pada perancangan prototype lampu rumah otomatis berbasis mikrokontroler ArduinoUNO ATmega328P. Diagram blok rangkaian di perlihatkan pada Gambar 4.4 berikut ini.



Gambar 3. 2 : Cara Perangkaian Pengontrolan Lampu Kamar Tidur

Langkah selanjutnya yang akan dilakukan setelah proses perancangan dan pembuatan adalah proses pengujian dan analisa. Adapun tahap pengujian yang akan dilakukan terdiri dari pengujian perangkat keras dan pengujian perangkat lunak. Pengujian perangkat keras yang akan dilakukan pada bagian ini adalah pengujian terhadap tiap blok alat yang dibuat yang meliputi pengujian terhadap sensor LDR, sensor PIR, *Relay*, dan catu daya. Dan pengujian perangkat lunak akan dilakukan pengujian terhadap program yang telah dibuat. Sedangkan pengujian sistem secara keseluruhan akan dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan, apakah sistem yang dibuat telah dapat memenuhi tujuan yang hendak dicapai dan memberikan sedikit analisa sistemnya.

Pengujian perangkat keras pada sistem pengendali ini digunakan peralatan seperti multimeter, Pengujian pada sensor ultrasonik yang digunakan menghasilkan grafik gelombang sinyal PWM (*Pulse Wave Modulation*). Setiap masukan dan keluaran dari tiap-tiap blok rangkaian diuji satu persatu. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur tegangan input dan tegangan output pada setiap blok rangkaian tersebut. Adapun tujuan pengujian perangkat keras adalah untuk mengetahui kelayakan alat-alat instrument yang akan digunakan.

Pengujian pada bagian rangkaian catu daya ini dapat dilakukan dengan mengukur tegangan keluaran dari rangkaian ini dengan menggunakan volt meter digital. Dari hasil pengujian diperoleh tegangan keluaran sebesar + 5,1 volt. Tegangan ini dipergunakan untuk mensuplay tegangan ke seluruh rangkaian. Mikrokontroler ArduinoUNO ATmega328 dapat bekerja pada tegangan 4,0 sampai dengan 5,5 volt, sehingga tegangan 5,1 volt ini cukup untuk mensuplay tegangan ke mikrokontroler ArduinoUNO ATmega328.



Gambar 3. 3 : Pengukuran Catu Daya

Adapun pengujian dari sensor PIR adalah catu daya dan tujuan pengujian sensor PIR ini adalah untuk mengukur keluaran dari sensor PIR dan hasil pengukuran pengujian pemancar sensor PIR pada setiap ruang yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut:

Tabel 3. 1 Hasil Pengujian Terhadap Jarak

	Jarak (cm)	Pengulangan (V)			Rata –Rata Pengukuran
		1	2	3	
Sensor PIR	30	1.5	1.4	1.5	1.46
	50	2.3	2.0	2.2	2.16
	70	4.8	4.5	4.5	4.60
	80	5.2	5.2	5.1	5.16
	100	5.1	5.2	5.1	5.13

Persiapan pin-pin mikrokontroler diperlukan dalam pembuatan program yang akan digunakan sebagai *input* dan *output*, yang dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan 4.3, sedangkan pin-pin keluarnya tegangan dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut

Tabel 3.2 Fungsi Input Program

No.	Input	Fungsi	Keterangan
1	Pin 0 & 1	Komunikasi	Sebagai jembatan penerima Perintah dari ArduinoUNO

Tabel 3.3 Fungsi Output Program

No.	Output	Fungsi	Keterangan
1	Pin 2	Kendali <i>Relay</i> terhadap Gerakan	Pin Untuk <i>On/Off</i> Terhadap Lampu
2	Pin 9	Kendali <i>Relay</i> terhadap Gerakan	Pin Untuk <i>On/Off</i> Terhadap Waktu
3	Pin 4	Kendali Terhadap Sensor PIR	Pin Untuk <i>On/Off</i> Sensor PIR
4	Pin 3	Kendali Sensor PIR Terhadap Lampu	Pin Untuk Sensor PIR Terhadap Lampu
5	Pin 7	Kendali Sensor PIR Terhadap Gerakan	Pin Untuk <i>On/Off</i> Sensor Terhadap Gerakan
6	Pin 5	Kendali Terhadap Saklar	Pin Kendali Terhadap Saklar
7	Pin 6	Kendali Lampu/LED Kamar Tidur	Pin Untuk <i>On/Off</i> Lampu/LED Kamar Tidur

Tabel 3.4 Pin Untuk Tegangan

No.	Input	Fungsi	Keterangan
1	Pin 8	Untuk Tegangan Sensor dan Akuator	Pin yang berpolaritas (+)
2	Pin Gnd	Untuk Tegangan Sensor dan Akuator	Pin yang berpolaritas (-)

Tabel 3.5 Pengujian Koneksi

No.	Jarak	Status	Respon (dtk)
1	30	Terkoneksi	0,2
2	50	Terkoneksi	0,5
3	70	Terkoneksi	0,7 - 0,9
4	80	Terkoneksi	0,10
5	100	Terkoneksi	0,10

Adapun pengujian dari sensor PIR terhadap pergerakan adalah dapat dijabarkan sebagai dibawah ini, tujuan pengujian sensor PIR ini adalah untuk mengukur keluaran dari sensor PIR dan hasil pengukuran pengujian pemancar sensor PIR pada ruang kamar tidur yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.6 berikut.

Tabel 3. 6 Pengujian Pemancar Sensor PIR

No.	Perbedaan Hasil Pengujian			Keterangan
	Ada Orang (V)		Tidak Ada Orang (V)	
1.	30	5	0.1	Terkoneksi
2.	50	5	0.1	Terkoneksi

3.	70	5	0.1	Terkoneksi
4.	80	5	0.1	Terkoneksi
5.	100	5	0.1	Terkoneksi

Sensor PIR bertugas untuk menyampaikan informasi ke mikrokontroller dengan mendeteksi keadaan energi yang ada diruangan tersebut, jika daya diruangan itu 5,1 volt yang berarti ada orang yang masuk diruangan itu, maka sensor PIR akan menginformasikan ke mikrokontroller dan lampu akan hidup, sebaliknya jika ruangan berdaya 0,1 maka lampu akan mati karena sensor PIR telah menginformasikan bahwa diruangan tersebut sudah tidak ada orang lagi. Peneliti menemukan bahwa pada sensor PIR yang digunakan masih memiliki *delay* ketika lampu hidup, sehingga membutuhkan rangkaian pengatur *delay* agar hal itu tidak terjadi.

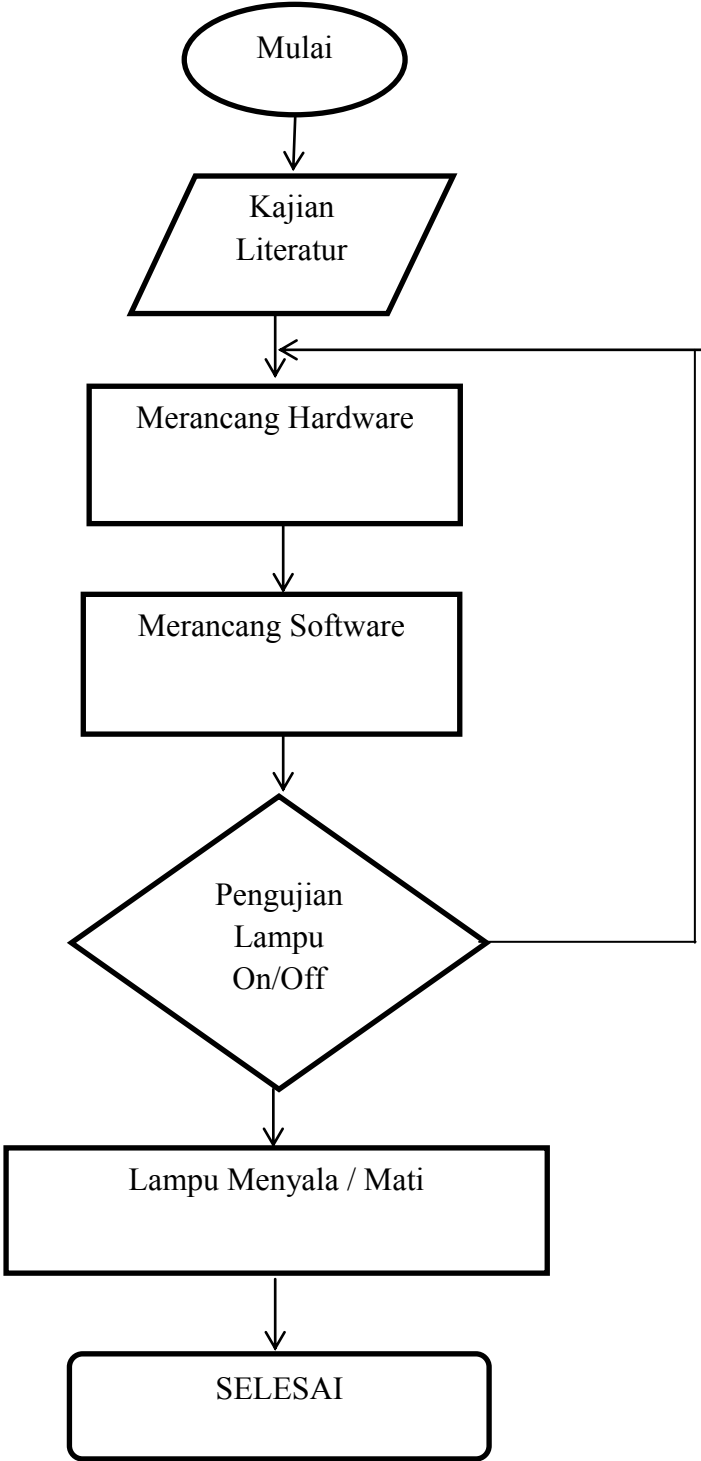
Tabel 3. 7 Pengujian Pada *Relay*

No.	Ruangan	Sensor PIR	<i>Relay</i>	Status
1.	Kamar Tidur	0	NO	Mati
		1	NC	Hidup
		0	NO	Mati
		1	NC	Hidup
		0	NO	Mati

Sensor PIR bertugas untuk menyampaikan informasi ke mikrokontroller dengan mendeteksi keadaan energi yang ada diruangan tersebut, jika sensor PIR mengirim sinyal 1 yang berarti ada orang yang masuk diruangan itu, maka sensor PIR akan menginformasikan ke *Relay* dan lampu akan hidup, sebaliknya jika ruangan mengirim sinyal 0 maka lampu akan mati karena sensor PIR telah

menginformasikan bahwa diruangan tersebut sudah tidak ada orang lagi. Peneliti menemukan bahwa pada sensor PIR yang digunakan masih memiliki *delay* ketika lampu hidup, sehingga membutuhkan rangkaian pengatur *delay* (Timer) dengan kemampuan *Relay*.

3.5. Flowchart Diagram Alir



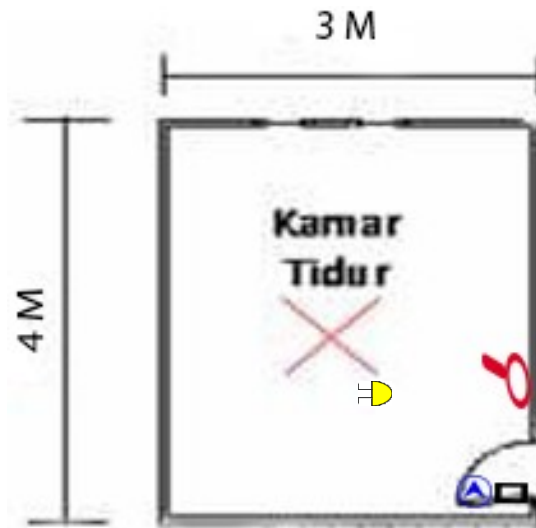
Gambar 3. 4 : Diagram Alir Penelitian

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Perancangan Saklar Otomatis Berbasis Arduino

4.1.1. Perancangan Model Ruangan

Bentuk ruangan sistem pengendalian Kontrol lampu kamar tidur pada penelitian ini mengambil studi yang terdapat pada rumah kontrakan mahasiswa yang memiliki kamar berukuran 4x3 Meter dengan daya listrik 900 VA. Rumah kontrakan dilengkapi dengan 4 kamar tidur, 2 kamar mandi, 1 ruangan tamu dan teras yang lumayan luas. Sebagai contoh pada kali ini akan di gambarkan Denah kamar tidur pada rumah kontrakan yang dapat dilihat pada gambar 4.1 dibawah ini.




Gambar 4. 1 Denah Pemodelan Kamar Tidur


Peletakan posisi sensor, *Relay*, Mikrokontroler, ArduiUno, saklar, sumber listrik, dan lampu tidur di ruangan kamar tidur pada Gambar 4.1 diatas menggunakan beberapa simbol untuk mempermudah instalasi pemasangannya, dimana simbol yang digunakan adalah sebagai berikut:

Keterangan simbol:

 = Sensor PIR

 = Lampu tidur

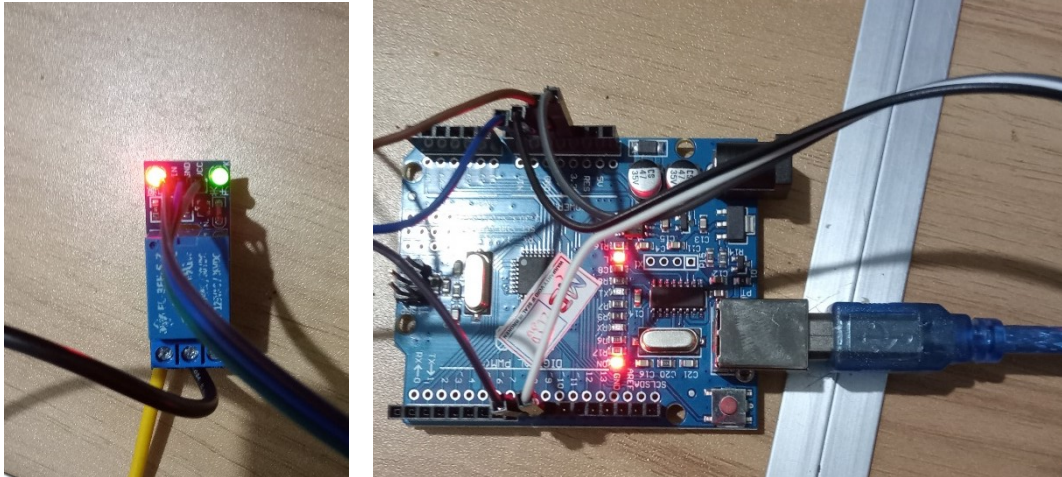
 = Saklar

 = *Relay*

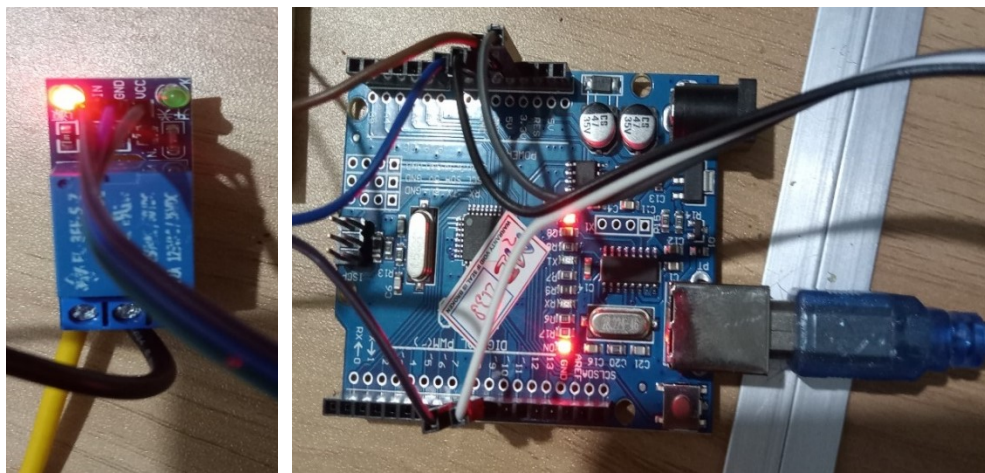
 = ArduinoUNO ATmega328P

4.1.2. Sistem Kerja Pengontrolan Lampu Kamar Tidur

Lampu akan otomatis menyala apabila sensor PIR mendeteksi adanya pergerakan dan atau apabila ada seseorang yang berjalan mendekati ruang kamar tidur yang sudah dipasang instalasi sistem kontrolnya. Kondisi yang seperti ini akan membuat *Relay* bekerja dan akan melanjutkan informasi tersebut ke mikrokontroler ArduinoUNO ATmega328P dan selanjutnya mikrokontroler ATmega328P akan mengaktifkan sensor PIR. Dan jika pada saat itu ada orang atau tamu yang masuk ke dalam rumah khususnya ruang kamar tidur yang sudah di instalasi sistem kontrol otomatis tersebut, maka sensor PIR akan mendeteksi dan akan menginformasikan kembali ke mikrokontroler ATmega328P untuk mengaktifkan *Relay* yang merupakan saklar elektromagnetik dan secara otomatis lampu diruangan kamar tidur tersebut akan menyala. Lain halnya jika sensor PIR tidak mendeteksi adanya pergerakan misalnya dalam kondisi ketika dirumah sedang tidak ada penghuninya maka *Relay*, sensor PIR, ataupun mikrokontroler ArduinoUNO ATmega328P tidak akan berfungsi untuk menyalakan lampu secara otomatis.



Gambar 4. 2 Indikator Arduino Ketika Sensor Aktif dan Lampu Menyala



Gambar 4. 3 Indikator Arduino Ketika Sensor Tidak Aktif dan Lampu Tidak Menyala

4.1.3. Tinjauan Umum Alat dan Komponen Perancangan

Adapun alat dan komponen yang dipakai pada perancangan sistem pengendalian ini adalah sebagai berikut:

- a. Sensor PIR berfungsi untuk inputan ke mikrokontroler. Dimana sensor PIR berfungsi untuk mengontrolan lampu kamar tidur.
- b. Mikrokontroler ArduinoUNO ATmega328P berfungsi untuk mengendalikan *Relay* untuk keseluruhan output.
- c. *Relay* Berfungsi sebagai saklar elektromagnetik untuk mengontrol lampu. Lampu berfungsi untuk menunjukkan (output).

4.1.4. Pemogramman Sistem Kontrol Saklar Otomatis

Perancangan pada penelitian ini juga dilakukan dengan menggunakan perancangan perangkat lunak (*software*) dalam perancangan perangkat lunak pada penelitian ini menggunakan bantuan *coding software* pemograman dalam *software* arduino IDE (*Integrated Development Enviroenment*). Berikut ini merupakan hasil *coding* dari Pengontrolan lampu kamar tidur:

```
const int sensor = 9;
const int lampu = 8;
int nilai;
void setup() {
    pinMode(sensor, INPUT);
    pinMode(lampu, OUTPUT);
    Serial.begin(9600);
}

void loop() {
    nilai = digitalRead(sensor);
    Serial.println(nilai);
    if (nilai == 1){
        digitalWrite(lampu, LOW);
    }else{
        digitalWrite(lampu, HIGH);
    }
    delay(500);
}
```

Software arduino IDE ini tidak hanya untuk memprogram board arduino UNO, tetapi juga untuk memprogram board yang lainnya seperti arduino nano, arduino genio, mappi32, nodeMCU, dan sejenisnya. Arduino IDE adalah software yang digunakan untuk membuat sketch pemrograman atau dengan kata lain

arduino IDE sebagai media untuk pemrograman pada board yang ingin diprogram. Arduino IDE ini berguna untuk mengedit, membuat, meng-upload ke board yang ditentukan, dan meng-coding program tertentu. Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA, yang dilengkapi dengan library C/C++(wiring), yang membuat operasi input/output lebih mudah.

4.2. Pengujian Daya Listrik Terhadap Beban

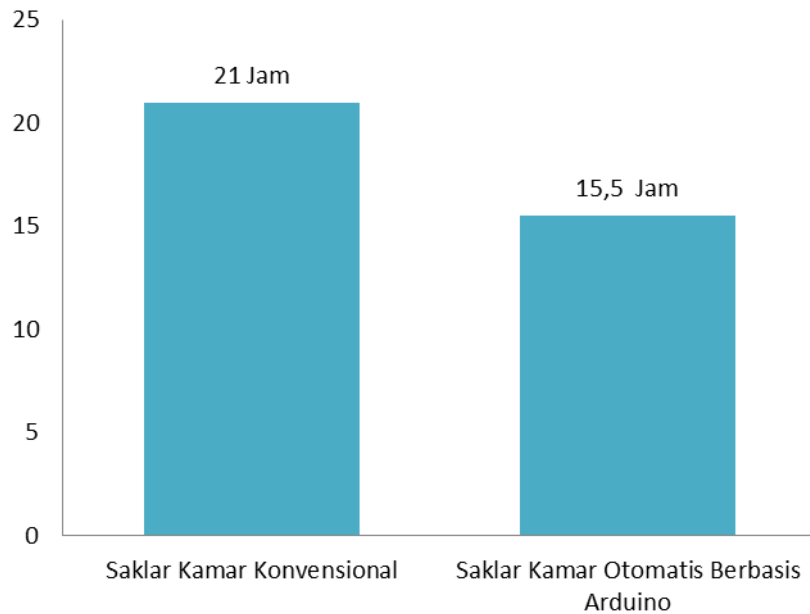
Pengujian daya listrik terhadap beban dilakukan dengan tujuan untuk menguji kinerja serta hubungan antara perangkat keras dengan perangkat lunak sebagai program aplikasi sistem, sehingga dapat diketahui apakah alat dan aplikasi yang telah dibuat dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan atau tidak. Perangkat yang sudah dibuat adalah miniatur maket dengan instalasinya, PCB *connection device*, mikrokontroler yang sudah terprogram, dan *Relay* modul yang sudah dihubungkan ke mikrokontroler. Dari seluruh data hasil Pengujian diatas maka dapat kita Analisis durasi lampu menyala dan konsumsi daya lampu yang terpakai, hal itu dinyatakan pada tabel berikut.

Tabel 4.1 Durasi Lampu Kamar Menyala

Hari	Penggunaan Saklar Konvensional (Jam)	Penggunaan Saklar Otomatis Berbasis Arduion (Jam)
Minggu	24	16
Senin	20	15
Selasa	20	16
Rabu	21	16
Kamis	19	14
Jumat	20	15
Sabtu	23	17

Pada tabel 4.1 menunjukkan durasi lama lampu kamar menyala. Terlihat pada sisi penggunaan saklar konvensional nyala lampu kamar rata-rata hampir menembus angka 24 jam setiap harinya yakni sebanyak 21 jam setiap minggunya. Durasi lampu menyala paling singkat dimulai pada hari Kamis yakni selama 19 jam dan durasi lampu menyala paling lama terdapat pada hari minggu selama 24 jam. Untuk penggunaan saklar otomatis berbasis arduino, waktu durasi menyala dari lampu kamar dengan rata-rata menyala selama 15,5 jam dalam seminggu penuh. Durasi lampu menyala paling lama terlihat pada hari sabtu yaitu selama 17

jam, dan durasi lampu menyala paling singkat terdapat pada hari kamis yaitu hanya beroperasi selama 14 jam saja. Perbandingan antara penggunaan saklar konvensional dengan saklar otomatis berbasis arduino dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 4. 4 Histogram Perbandingan Durasi Lampu Kamar Menyala

Dari grafik histogram diatas dapat dilihat nyala lampu pada saklar kamar konvensional tembus hingga 21 jam per minggu. Disisi lain, pada penggunaan saklar kamar otomatis berbasis arduino menyala hingga 15,5 jam per minggu. Hal ini dilihat dari perbedaan tinggi grafik yang tersaji diatas dan memiliki selisih durasi sekitar 5,5 jam pada kedua saklar tersebut. Namun lama durasi menyalnya lampu kamar berkaitan dengan konsumsi energi listrik yang digunakan. Untuk menegetahui konsumsi energi yang dihasilkan dari penggunaan konvensional dapat dilihat pada analisa data dibawah ini.

$$P = 15 \cdot 24 = 0,360 \text{ kWh}$$

$$P = 15 \cdot 20 = 0,300 \text{ kWh}$$

$$P = 15 \cdot 20 = 0,300 \text{ kWh}$$

$$P = 15 \cdot 21 = 0,315 \text{ kWh}$$

$$P = 15 \cdot 19 = 0,285 \text{ kWh}$$

$$P = 15 \cdot 20 = 0,300 \text{ kWh}$$

$$P = 15 \cdot 23 = 0,345 \text{ kWh}$$

Untuk mengetahui konsumsi energi yang dihasilkan dari penggunaan saklar otomatis dapat dilihat pada analisa data dibawah ini.

$$P = 15 \cdot 16 = 0,240 \text{ kWh}$$

$$P = 15 \cdot 15 = 0,225 \text{ kWh}$$

$$P = 15 \cdot 16 = 0,240 \text{ kWh}$$

$$P = 15 \cdot 16 = 0,240 \text{ kWh}$$

$$P = 15 \cdot 14 = 0,210 \text{ kWh}$$

$$P = 15 \cdot 17 = 0,255 \text{ kWh}$$

$$P = 15 \cdot 15 = 0,225 \text{ kWh}$$

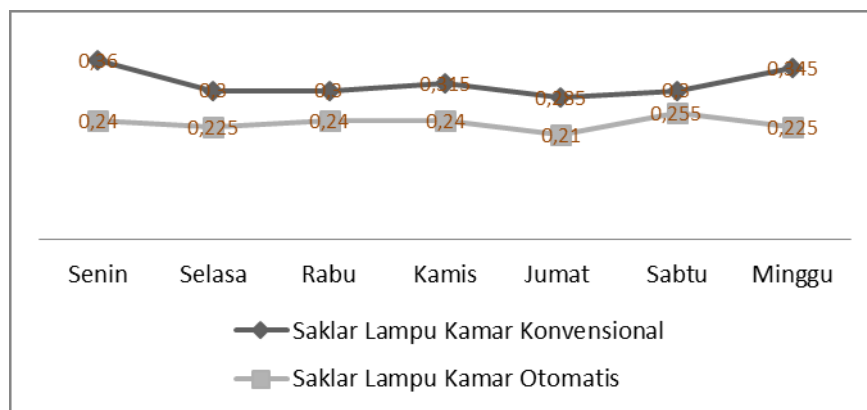
Daya listrik yang digunakan pada lampu kamar menggunakan saklar konvensional dan saklar otomatis dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.2 Konsumsi Energi Listrik Saat Lampu Menyala

Hari	Penggunaan Saklar Konvensional (kWh)	Penggunaan Saklar Otomatis Berbasis Arduion (kWh)
Minggu	0,360	0,240
Senin	0,300	0,225
Selasa	0,300	0,240
Rabu	0,315	0,240
Kamis	0,285	0,210
Jumat	0,300	0,255
Sabtu	0,345	0,225

Pada tabel 4.2 menunjukkan konsumsi energi listrik saat lampu kamar menyala. Terlihat pada sisi penggunaan saklar konvensional nyala lampu kamar rata-rata yakni sebesar 0,315 kWh setiap minggunya. konsumsi energi listrik pada lampu menyala paling rendah dimulai pada hari Kamis yakni sebesar 0,285 kWh

dan durasi lampu menyala paling besar terdapat pada hari sabtu yaitu sebesar 0,065 kWh. Untuk penggunaan saklar otomatis berbasis arduino, konsumsi energi saat menyala dari lampu kamar dengan rata-rata sebesar 0,234 kWh dalam seminggu penuh. Konsumsi energi listrik pada lampu menyala paling besar terlihat pada hari minggu yaitu sebesar 0,240 kWh, dan energi listrik lampu menyala paling rendah terdapat pada hari kamis yaitu hanya mengkonsumsi energi sebesar 0,210 kWh saja. Perbandingan konsumsi energi listrik antara penggunaan saklar konvensional dengan saklar otomatis berbasis arduino dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



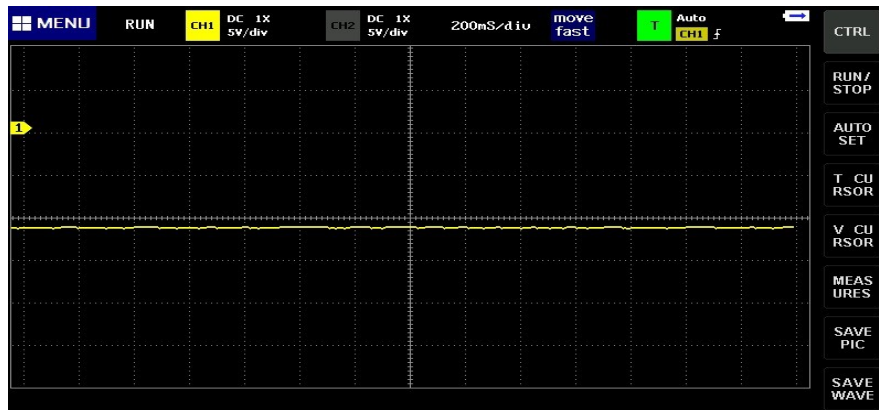
Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan Konsumsi Energi Listrik Lampu Kamar Menyala

Pada grafik diatas terlihat perbedaan yang sangat signifikan dimana pada grafik saklar lampu kamar konvensional dengan konsumsi energi yang sangat tinggi yakni dengan konsumsi energi listrik sebesar 0,360 kWh dan saklar lampu kamar konvensional dengan konsumsi energi yang sangat tinggi yakni dengan konsumsi energi listrik sebesar 0,234 kWh. Selisih antara saklar konvensional dengan saklar otomatis berbasis arduino memiliki nilai sebesar 0,077 kWh. Dengan demikian saklar otomatis mampu menghemat energi listrik sebesar 0,077 kWh per minggunya.

4.3. Karakteristik Kerja Sensor Passive Infrared Receiver

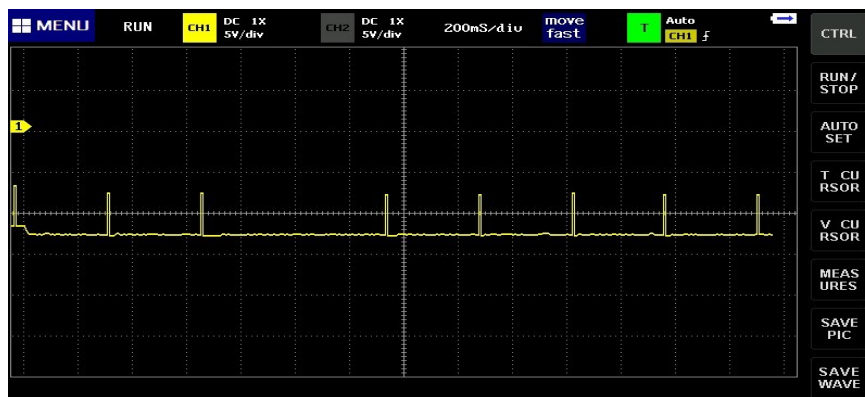
Pengujian pada sensor Passive Infrared Receiver yang digunakan menghasilkan grafik gelombang sinyal PWM (*Pulse Wave Modulation*) terhadap kinerja sensor untuk mendeteksi benda agar sensor tersebut bekerja dengan baik. Berikut gambar grafik sinyal PWM pada sensor medeteksi benda yang

ditampilkan oleh osiloskop dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 6 Grafik PWM Sensor Saat Mendeteksi Gerakan

Pada gambar 4.6 grafik PWM yang ditunjukkan menghasilkan gelombang pulsa (kotak) hampir rata sempurna dengan waktu kecepatan gelombang bergerak secepat 200ms/div dan tegangan dari puncak ke puncak sebesar 5 V/div. Grafik tersebut bekerja sesuai dengan kinerja sensor mendeteksi objek gerakan. Untuk grafik PWM pada keadaan sensor tidak mendeteksi objek dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.7 Grafik PWM Sensor Saat Tidak Mendeteksi Gerakan

Pada gambar 4.7. Grafik PWM yang ditunjukkan menghasilkan gelombang pulsa (kotak) memiliki puncak gelombang setinggi 3 Vp. dengan waktu kecepatan gelombang bergerak secepat 200ms/div dan tegangan dari puncak ke puncak sebesar 5 V/div. Grafik tersebut pada saat sensor tidak mendeteksi objek gerakan.

BAB 5

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian dapat di ambil beberapa kesimpulan,di antaranya:

1. Perancangan saklar otomatis berbasis arduino mengikuti peletakan pada ruangan sistem pengendalian Kontrol lampu kamar tidur. Oada penelitian ini mengambil studi yang terdapat pada rumah kontrakan mahasiswa yang memiliki kamar berukuran 4x3 Meter dengan daya listrik 900 VA. Dengan peletakan Sensor PIR didekat pintu maka pengujian yang dilakukan berhasil ketika ada pergerakan dari manusia maka lampu akan menyala selama manusia tersebut tidak meninggalkan ruangam. Pernacangan saklar otomatis memiliki dua sistem perancangan yaitu perancangan *hardware* dan perancangan *software*.
2. Konsumsi energi listrik saat lampu kamar menyala. Pada penggunaan saklar konvensional nyala lampu kamar rata-rata yakni sebesar 0,315 kWh setiap minggunya. Untuk penggunaan saklar otomatis berbasis arduino, konsumsi energi saat menyala dari lampu kamar dengan rata-rata sebesar 0,234 kWh dalam seminggu penuh. Selisih antara saklar konvensional dengan saklar otomatis berbasis arduino memiliki nilai sebesar 0,077 kWh. Dengan demikian saklar otomatis mampu menghemat energi listrik sebesar 0,077 kWh per minggunya.
3. Grafik PWM yang ditunjukkan menghasilkan gelombang pulsa (kotak) hampir rata sempurna dengan waktu kecepatan gelombang bergerak secepat 200ms/div dan tegangan dari puncak ke puncak sebesar 5 V/div. Grafik tersebut bekerja sesuai dengan kinerja sensor mendeteksi objek benda. Untuk grafik PWM pada keadaan sensor tidak mendeteksi objek ditunjukkan menghasilkan gelombang pulsa (kotak) hampir rata sempurna dengan waktu kecepatan gelombang bergerak secepat 20ms/div dan tegangan dari puncak ke puncak sebesar 5 V/div. Grafik tersebut pada saat sensor tidak mendeteksi objek gerakan.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, ada beberapa saran yang perlu dilakukan untuk penyempurnaan, yaitu:

1. Pada pengujian diharapkan ada menggunakan beban lampu dengan jenis yang berbeda.
2. Untuk ruangan pengujian diharapkan dilakukan pada ruangan yang besar untuk melakukan pengujian terhadap sensor PIR yang dilakukan
3. Diharapkan adanya pengembangan sensor PIR pada alat-alat deteksi otomatis lainnya yang dapat diangkat menjadi tugas akhir pengembangan.

DAFTAR PUSTAKA

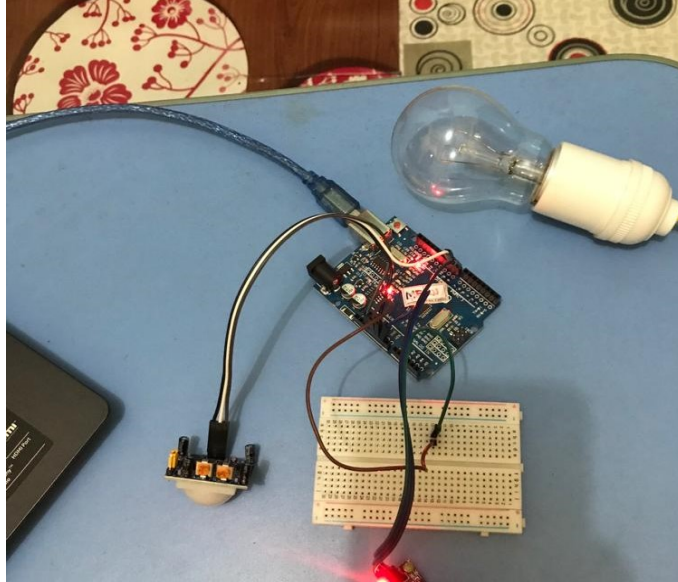
- Desyantoro, E., Rochim, A. F., & Martono, K. T. (2015). Sistem Pengendali Peralatan Elektronik Dalam Rumah Secara Otomatis Menggunakan Sensor PIR, Sensor LM35, Dan Sensor LDR. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, 3(3), 405. <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.3.3.2015.405-411>
- Djaeng, D. S., & Astutik, D. (2017). Rancang Bangun Lampu Otomatis Dengan Sensor Passive Infra Red (PIR) Berbasis Raspberry Pi. *Jurnal Elektronik Sistem Informasi Dan Komputer*, 3(2), 48–58.
- Evalina, N., Pasaribu, F. I., H, A. A., & Sary, A. (2022). Penggunaan Arduino Uno Untuk Mengatur Temperatur Pada Oven. *RELE (Rekayasa Elektrikal Dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 4(2), 122–128.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2015). 濟無No Title No Title No Title. *Riskesdas 2018*, 3(1), 103–111.
- NUGROHO, K., & KURNIAWAN, A. Y. (2018). Uji Performansi Jaringan Menggunakan Kabel UTP Dan STP. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 5(1), 48. <https://doi.org/10.26760/Elkomika.V5i1.48>
- Pasaribu, F. I., Evalina, N., & Harahap, P. (2017). Varistor In The Inverter Circuit Starting Energy Saver To Reduce Water Pump Electric Current. *Birex*, 3(4), 244–253.
- Pasaribu, F. I., Evalina, N., Nasution, M. N. A., Nasution, E. S., & Amiruddin, A. (2022). *Tanjakan Dan Turunan Yang Bertikungan*. 126–134.
- Pasaribu, F. I., & Reza, M. (2021). Rancang Bangun Charging Station Berbasis Arduino Menggunakan Solar Cell 50 WP. *R E L E (Rekayasa Elektrikal Dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro*, 3(2), 46–55.
- Saleh, M., & Haryanti, M. (2017). Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay. *Jurnal Teknologi Elektro*, Universitas Mercu Buana Muhammad Saleh Program Studi Teknik Elektro Universitas Suryadarma, Jakarta Program Studi Teknik Elektro ISSN : 2086 - 9479. *Teknik Elektro*, 8(3), 181–186.
- Shafitri, A., & Mashuri, A. (2022). *PERANCANGAN PENGENDALI LAMPU*

KANTOR. 9(1).

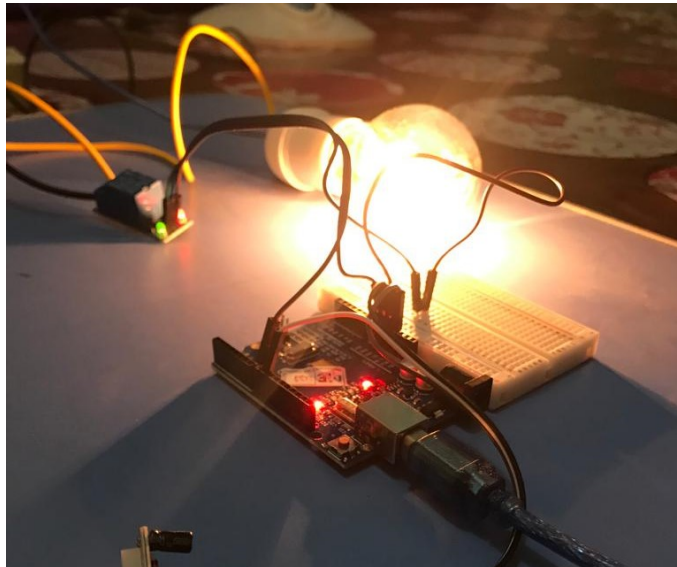
- Sinaga, G. E. L., Indra Gunawan, Irawan, & Poningsih. (2022). Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis Arduino Uno Menggunakan Gps Dan Relay Melalui Smartphone. *STORAGE: Jurnal Ilmiah Teknik Dan Ilmu Komputer*, 1(1), 1–7. <https://doi.org/10.55123/storage.v1i1.154>
- Sumardi, S. (2017). Model Control Lampu Kamar Mandi Menggunakan Sensor Passive Infrared Receiver Berbasis Arduino Uno. *Metik Jurnal*, 1(Vol 1 No 2 (2017): METIK Jurnal), 30–33.
- Virginia, A., Handoko, P., & Hermawan, H. (2019). Rancang Bangun Sistem Kontrol Lampu Berbasis Arduino Mega 2560. *Widyakala Journal*, 5(2), 146. <https://doi.org/10.36262/widyakala.v5i2.110>
- Desyantoro, E., Rochim, A. F., & Martono, K. T. (2015). Sistem Pengendali Peralatan Elektronik Dalam Rumah Secara Otomatis Menggunakan Sensor PIR, Sensor LM35, Dan Sensor LDR. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, 3(3), 405. <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.3.3.2015.405-411>
- Djaeng, D. S., & Astutik, D. (2017). Rancang Bangun Lampu Otomatis Dengan Sensor Passive Infra Red (PIR) Berbasis Raspberry Pi. *Jurnal Elektronik Sistem Informasi Dan Komputer*, 3(2), 48–58.
- Evalina, N., Pasaribu, F. I., H, A. A., & Sary, A. (2022). Penggunaan Arduino Uno Untuk Mengatur Temperatur Pada Oven. *RELE (Rekayasa Elektrikal Dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 4(2), 122–128.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2015). 濟無No Title No Title No Title. *Riskesdas 2018*, 3(1), 103–111.
- NUGROHO, K., & KURNIAWAN, A. Y. (2018). Uji Performansi Jaringan Menggunakan Kabel UTP Dan STP. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 5(1), 48. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v5i1.48>
- Pasaribu, F. I., Evalina, N., & Harahap, P. (2017). Varistor In The Inverter Circuit Starting Energy Saver To Reduce Water Pump Electric Current. *Birex*, 3(4), 244–253.
- Pasaribu, F. I., Evalina, N., Nasution, M. N. A., Nasution, E. S., & Amiruddin, A. (2022). *Tanjakan Dan Turunan Yang Bertikungan*. 126–134.

- Pasaribu, F. I., & Reza, M. (2021). Rancang Bangun Charging Station Berbasis Arduino Menggunakan Solar Cell 50 WP. *R E L E (Rekayasa Elektrikal Dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro*, 3(2), 46–55.
- Saleh, M., & Haryanti, M. (2017). Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay. *Jurnal Teknologi Elektro*, Universitas Mercu Buana, Muhamad Saleh Program Studi Teknik Elektro Universitas Suryadarma, Jakarta Program Studi Teknik Elektro ISSN : 2086 - 9479. *Teknik Elektro*, 8(3), 181–186.
- Shafitri, A., & Mashuri, A. (2022). *PERANCANGAN PENGENDALI LAMPU KANTOR*. 9(1).
- Sinaga, G. E. L., Indra Gunawan, Irawan, & Poningsih. (2022). Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis Arduino Uno Menggunakan Gps Dan Relay Melalui Smartphone. *STORAGE: Jurnal Ilmiah Teknik Dan Ilmu Komputer*, 1(1), 1–7. <https://doi.org/10.55123/Storage.V1i1.154>
- Sumardi, S. (2017). Model Control Lampu Kamar Mandi Menggunakan Sensor Passive Infrared Receiver Berbasis Arduino Uno. *Metik Jurnal*, 1(Vol 1 No 2 (2017): METIK Jurnal), 30–33.
- Virginia, A., Handoko, P., & Hermawan, H. (2019). Rancang Bangun Sistem Kontrol Lampu Berbasis Arduino Mega 2560. *Widyakala Journal*, 5(2), 146. <https://doi.org/10.36262/Widyakala.V5i2.110>

LAMPIRAN



Gambar 1. Perancangan alat



Gambar 2. Percobaan Alat

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Rancang Bangun Model Control Lampu Kamar Tidur 15 Watt Menggunakan Passive Infrared Receiver Berbasis Arduino Uno

NAMA : DWI FIQAR PANGESTU

NPM : 1807220046

Dosen Pembimbing : NOORLY EVALINA.,ST.,MT

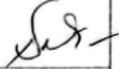
No	Hari/Tanggal	Keterangan	Paraf
1	18/5 - 2022	- Perbaiki Rumusan Masalah - Ruang Lingkup - Tujuan Penelitian	<i>[Signature]</i>
2	25/5 - 2022	- Perbaiki Tujuan Postata	<i>[Signature]</i>
3	8/6 - 2022	Lanjut Bab III	<i>[Signature]</i>
4	20/6 - 2022	Perbaiki Bab III buat blok diagram	<i>[Signature]</i>
5	28/6 - 2022	Perbaiki Flowchart	<i>[Signature]</i>
6	27/6 - 2022	Perbaiki Flowchart	<i>[Signature]</i>
7	30/6 - 2022	Acc Sempro	<i>[Signature]</i>
8	2/10 - 2022	Perbaiki latar belakang	<i>[Signature]</i>
9	4/10 - 2022	Acc skripsi	<i>[Signature]</i>
10	7/10 - 2022	Perbaiki kelimat awal	<i>[Signature]</i>

Gambar 3. Lembar Asistensi Tugas Akhir

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Judul : Rancang Bangun Model Control Lampu Kamar Tidur 15 Watt
Menggunakan Passive Infrared Receiver Berbasis Arduino Uno

Nama : Dwi Fiqar Pangestu
NPM : 1807220015

No	Hari/Tanggal	Kegiatam	Paraf
11	21/10-2022	Ass Sidy TA	

Dosen Pembimbing



Noorly Evalina, S.T, M.T.

Gambar 4. Asistensi Tugas Akhir

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : DWI FIQAR PANGESTU
NPM : 1807220015
Tempat/Tanggal Lahir : P. Brandan, 30 Maret 2000
Alamat : Jln. Sutomo Gg Kenanga no.88A Pangkalan Brandan.

RIWAYAT PENDIDIKAN

SD SWASTA DHARMA PATRA : Tahun 2006 - 2012
SMP NEGERI 1 BABALAN : Tahun 2012 - 2015
SMA SWASTA DHARMA PATRA : Tahun 2015 - 2018
Universitas Muhammadiyah : Tahun 2018 - 2022
Sumatera Utara, Fakultas
Teknik Elektro