

Eko Suprayitno, Sri Widoretno, Ahmad Yufron. 2020. Rekayasa Pintu Geser Otomatis dengan Menggunakan Sensor Passive Infra Red (PIR).  
Jurnal *Qua Teknika*, (2020), 10(1) : 47-61

---

## REKAYASA PINTU GESER OTOMATIS DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR *PASSIVE INFRA RED* (PIR)

Eko Suprayitno<sup>1)</sup>, Sri Widoretno, Ahmad Yufron  
Fakultas Teknik, Universitas Islam Balitar  
Jl. Majapahit 4 Blitar Jawa Timur  
email: <sup>1</sup> [Ekosuprayitno3@gmail.com](mailto:Ekosuprayitno3@gmail.com),

### ABSTRACT

Along with the rapid development of the times, in everyday life in the field of technology. This has encouraged humans to create and innovate in the field of technology to create a tool that can facilitate human activities. The door is something that is insulated inside the house and outside the home. The door in general as access into and out of the house or outside the home. Generally the door is opened manually by sliding because opening and closing the door does not take up much space for the mechanism of opening and closing the door so that most doors are opened with a manual mechanism. Current technological developments have also affected the door open and close system so that the door can be opened and closed automatically by using the Passive Infra Red Sensor (PIR). This simulation tool consists of a DC motor controller circuit and a sensor that is regulated by a microcontroller system with the input sensor. In a DC motor controller circuit, the direction of rotation and speed is regulated by the motor driver. As for the sensor circuit, it is used as a motion detector. For the microcontroller as a controller, selected from the type of Arduino Uno with Arduino programming. In the process of control, the sliding door will move to open and close the door either or not move according to PIR sensor input. The control system that is designed here only uses two commands at regular intervals in a single program execution, both the calling and the intended purpose of the user.

Kata kunci: Sensor, Motor Dc , Driver Motor L298N, Arduino

### PENDAHULUAN [Times New Roman 10 bold]

Perkembangan teknologi yang semakin pesat, telah memicu umat manusia untuk mencari terobosan dan berinovasi dalam berbagai bidang dan teknologi untuk menciptakan suatu alat yang bisa memudahkan aktifitas manusia. [1]. Pintu merupakan sesuatu yang menyekat dalam rumah dan luar rumah. Pintu pada umumnya sebagai akses keluar masuk kedalam rumah atau luar rumah. Umumnya Pintu di buka secara manual dengan cara menggeser karena buka dan tutup pintu tidak memakan banyak tempat untuk mekanisme pembukaan dan penutupan Pintu sehingga kebanyakan Pintu di buka dengan mekanisme Manual. Perkembangan teknologi sekarang ini juga telah mempengaruhi sistem buka tutup Pintu sehingga pintu dapat dibuka dan di tutup secara otomatis dengan menggunakan Sensor *Passive Infra Red* (PIR) [2]. Pada artikel ini, dibahas rekayasa *otomatisasi* pengendali pintu dengan memanfaatkan teknologi sensor *Passive Infra Red* (PIR) yang akan dihubungkan sebagai input ke Arduino untuk membuka dan menutup pintu geser secara otomatis. Alat ini merupakan serangkaian komponen berbentuk miniatur Pintu dengan ukuran panjang 15 cm, lebar 15 cm dan tinggi 10 cm. Pintu geser otomatis tersebut dikendalikan menggunakan perangkat Arduino.

Artikel ini membahas rekayasa penggunaan sensor infra merah pasif (PIR) sebagai alat deteksi gerak manusia dengan Bebasis Arduino sebagai prosesor dan motor sebagai penggerak pada perangkat sistem pintu otomatis. Perangkat ini dibuat agar mampu membuka dan menutup pintu secara otomatis. Pintu otomatis dengan sensor infra merah pasif (PIR) mempunyai kelebihan yaitu rangkaian lebih ringkas dan mempunyai jangkauan yang lebar jika dibandingkan dengan pintu otomatis yang menggunakan sensor berat pada operasionalnya. Karena pada praktiknya sensor berat memerlukan tempat yang cukup memadai dan rangkaian elektronika yang lumayan rumit [3].

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut di atas, maka dapat dirumuskan tujuan rekayasa prototipe sistem pintu otomatis menggunakan sensor *Passive Infra Red* (PIR) dengan Bebasis Arduino adalah mengaplikasikan sensor *Passive Infra Red* (PIR) sebagai pendeteksi keberadaan manusia dalam sistem pintu otomatis dengan Bebasis Arduino beserta karakteristiknya.

Penelitian ini didukung oleh beberapa penelitian pendahulu yang dapat dijadikan rujukan. Sinta Ariyanti, Smet Seno Adi dan Sugeng Purbawanto pada 2018 melakukan penelitian tentang Sistem buka tutup pintu otomatis berbasis suara manusia. penelitian ini menggunakan sensor suara manusia sebagai input untuk mengakses program untuk membuka dan menutup pintu. Pengujian pada alat dilakukan oleh pengguna (pemilih

Eko Suprayitno, Sri Widoretno, Ahmad Yufron. 2020. Rekayasa Pintu Geser Otomatis dengan Menggunakan Sensor Passive Infra Red (PIR).  
Jurnal *Qua Teknika*, (2020), 10(1) : 47-61

---

suara yang terekam pada program) dan besar presentase tingkat keberhasilannya adalah 95% untuk kata buka dan 90% untuk kata tutup, sedangkan untuk pemberian perintah oleh orang lain rata – rata presentase keberhasilannya adalah 13% untuk kata buka dan 4% untuk kata tutup [4].

Pada tahun yang sama, Azwar Nazarudin membuat Sistem Kendali Pintu Dan Peralatan Listrik Otomatis Dengan Sensor Pir Dan Sms Gateway ,Sebagai Pengunci Sistem. Sistem ini dapat mengendalikan pintu dan peralatan elektronik secara otomatis sesuai dengan perintah yang diberikan melalui SMS. Sedangkan sistem dari sensor gerak Passive Infrared (PIR) bekerja sesuai yang diperintahkan untuk membaca gerakan manusia di luar pintu ketika sensor tersebut diaktifkan [5].

Pada 2017, Barus melakukan Rancang Bangun Gerbang Dengan Menggunakan Kontrol Android Via Bluetooth Berbasis Arduino Uno R3. Penelitian tersebut membahas mengenai pembukaan dan penutupan gerbang dengan menggunakan kontrol android via bluetooth sebagai input untuk mengakses program membuka tutup pintu. Perancangan dan pengujian perangkat tersebut menghasilkan sebuah Gerbang dengan kontrol android dengan menggunakan motor servo sebagai output/penggerak gerbang dan arduino uno R3 sebagai mikrokontrolernya. Motor servo dapat digunakan sebagai penggerak Gerbang yang di control melalui android. Gerbang akan dapat dibuka dan ditutup apa bila pemilik (user) membuka atau menutupnya melalui android.dan perangkat telah bekerja dengan baik [6].

Sedangkan Dedi Wiratmoko membuat Prototype Sistem Buka Tutup Kunci Pintu Rumah Dengan Menggunakan Rfid Dan Keypad 4x4 Berbasis Arduino Uno. Penelitian tersebut Menggunakan Rfid Dan Keypad 4x4 Berbasis Arduino Uno untuk pintu rumah. Pada hasil penelitian ini bisa diketahui bahwa ketika RFID di beri penghalang maka sangat mempengaruhi jarak deteksinya. Pada penelitian ini digunakan tiga buah RFID, dua sensor PIR, tiga buah keypad 4X4, tiga buah LCD dan Tiga buah Arduino, karena pada RFID yaitu menggunakan prinsip serial komunikasi (TX-RX) sedangkan pada arduino UNO hanya mempunyai satu serial komunikasi (digital 0-1). Suplay tegangannya menggunakan 12Vdc 6A yang sekaligus di sini untuk mengantisipasi jika penggunaan perangkat di lakukan secara bersamaan karena pada selenoid membutuhkan tegangan 12Vdc 1A. perangkat ini tidak menggunakan kamera untuk memfoto yang kemudian bisa di kirimkan ke email maupun smart phone. Dan pintu tidak bergerak membuka atau menutup secara otomatis karena perangkat hanya untuk mengunci pintu [7].

Remy Martin pada 2015 merancang Sistem Kendali Palang Pintu Otomatis Menggunakan Barcode Berbasis Mikrokontroler Atmega 328p-Pu Pada Pintu Masuk Perpustakaan Unila. Penelitian itu Menggunakan Barcode dan Berbasis Mikrokontroler Atmega 328p-Pu Pada Pintu Masuk. Sistem kendali palang pintu otomatis menggunakan scanner barcode telah diujikan pada pintu masuk perpustakaan Universtas Islam Lampung (UNILA). Pengendalian motor servo dibuat dengan menambahkan mikrokontroler Atmega 328p-pu yang ditulis dalam bahasa C menggunakan software Arduino. Pemasangan sistem kendali palang pintu otomatis di pintu masuk perpustakaan unila memberikan kontribusi dalam proses penertiban dan pendataan mahasiswa yang masuk. Sistem yang dibuat masih terdapat beberapa kendala, seperti kartu dengan label barcode yang sudah rusak akan memerlukan waktu yang relatif lama pada scanner [8].

### **PIR (Passive Infrared)**

Sensor infra merah pasif (PIR) merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi adanya pancaran panas berupa sinar infra merah. PIR merupakan sensor yang bersifat pasif, artinya sensor ini tidak memancarkan sinyal berupa sinar infra merah sendiri namun cuma menangkap radiasi dari luar. Selain pada dasarnya memang sensor ini tidak memerlukan rangkaian aktivasi untuk membuatnya aktif. Sensor PIR atau disebut juga dengan Infra Merah Pasif digunakan untuk mendeteksi adanya pancaran panas berupa sinar infra merah dari benda tertentu. Sensor PIR bersifat pasif, sesuai dengan namanya, hanya mampu menangkap pancaran sinar *infra red* dari luar. Radiasi dari berbagai benda dapat dideteksi oleh sensor PIR meskipun tidak segala sesuatu memancarkan energi radiasi, contohnya ketika terdeteksi sinyal infra merah dengan suhu tertentu dari sumber bergerak misalnya orang. Ia melewati sumber radiasi lain semacam dinding, maka sensor akan membaca pancaran *infra red* yang diterima setiap satuan waktu antara saat ini dan sebelumnya, antara dinding dan orang, sehingga akan terjadi perubahan bacaan pada sensor karena pergerakan tersebut.

Untuk aplikasi praktis sensor PIR tidak digunakan dengan bentuk komponen tunggal, namun dalam bentuk modul. Modul sensor PIR terdiri dari beberapa bagian antara lain, Lensa Fresnel, *filter* Infra Merah, Sensor Pyroelektrik, Penguat sinyal Amplifier, Komparator.

---

Eko Suprayitno, Sri Widoretno, Ahmad Yufron. 2020. Rekayasa Pintu Geser Otomatis dengan Menggunakan Sensor Passive Infra Red (PIR).  
Jurnal *Qua Teknika*, (2020), 10(1) : 47-61

---



**Gambar 1.** Sensor PIR [9]

Sensor PIR ini umumnya digunakan dalam perancangan detektor gerakan benda berbasis PIR. Kebanyakan benda memancarkan radiasi, sebuah gerakan sumber infra merah dengan suhu tertentu melewati sumber infra merah yang lain dengan suhu yang berbeda akan terdeteksi, maka sinyal pancaran infra merah yang ditangkap sensor akan dibandingkan setiap satuan waktu antara sebelumnya dengan saat ini, sehingga modul sensor akan menghasilkan sinyal keluaran. [9]

### Arduino Uno

Arduino adalah sebuah sistem minimum mikrokontroler yang dirancang khusus untuk memudahkan bagi para seniman, desainer, programmer dan siapapun yang tertarik dalam menciptakan objek atau mengembangkan perangkat elektronik yang dapat berinteraksi dengan berbagai macam sensor dan pengendali.

Arduino UNO merupakan sebuah papan mikrokontroler yang berisi mikrokontroler ATmega328. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2 dibawah, di dalam Arduino UNO terdapat 14 pin input/output digital (6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah koneksi USB, satu pendetak Kristal 16 MHz, satu buah header ICSP, satu konektor daya DC tipe female, dan satu tombol reset. Di dalam Arduino UNO terdapat semua yang dibutuhkan untuk operasional mikrokontroler, mudah dihubungkan ke komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk menghidupkannya.



**Gambar 2.** Konfigurasi Pin Papan Sirkuit Arduino Uno [10]

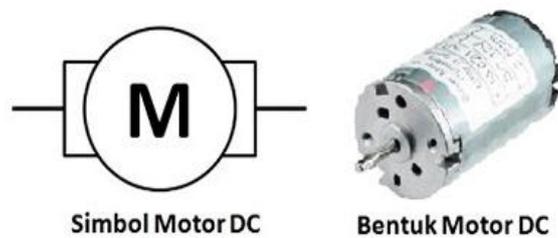
### Motor DC

Motor DC merupakan piranti elektronik yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi mekanik berupa putaran. Energi listrik arus searah atau yang juga biasa dikenal dengan nama listrik DC digunakan sebagai energi masukan Motor DC. Baik arus dc yang rata maupun berdenyut. Oleh sebab itu motor DC juga disebut dengan nama motor arus searah.

Motor DC memerlukan suplai tegangan searah (DC) yang disambungkan melalui dua terminalnya agar dapat berputar. Kinerja motor DC diukur dalam putaran per menit atau yang juga biasa dikenal dengan istilah RPM. Motor DC dapat berputar searah maupun berlawanan arah jarum jam sesuai polaritas tegangan masukan di terminal-terminalnya. Pembalikan arah putaran dilakukan dengan cara membalikkan polaritas listriknya. Umumnya sebuah motor DC memerlukan tegangan masukan antara 1,5 volt sampai 24 volt. Sedangkan keluarannya adalah putaran dari 3.000 RPM sampai dengan 8.000 RPM menurut spesifikasi dan tegangan yang diberikan.

Eko Suprayitno, Sri Widoretno, Ahmad Yufron. 2020. Rekayasa Pintu Geser Otomatis dengan Menggunakan Sensor Passive Infra Red (PIR).  
Jurnal *Qua Teknika*, (2020), 10(1) : 47-61

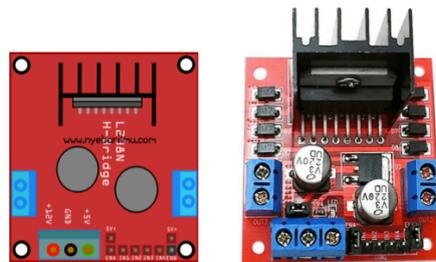
Putaran motor dc dipercepat dengan memperbesar tegangan yang diberikan. Dan sebaliknya, semakin kecil tegangan yang diberikan, maka semakin pelan pula putarannya. Batas tegangan operasional minimum yang boleh diberikan kepada sebuah motor DC adalah 50% dari tegangan nominalnya. Motor tidak akan berputar jika tegangannya kurang dari batas minimal. Sedangkan batas tegangan maksimum adalah kurang dari 30% dari ambang batas yang ditentukan. Motor akan menjadi sangat panas dan dapat terbakar jika melebihi nilai tersebut. Arus yang sangat kecil diperlukan motor DC jika bekerja tanpa beban. Namun saat motor dihubungkan dengan sesuatu, roda misalnya, arus dan daya yang diperlukan akan naik, hingga berkali lipat. [11]



Gambar 3. Simbol / Lambang Motor DC [11]

#### Driver motor L298N

Modul driver motor L298N adalah driver motor DC yang paling banyak digunakan atau dipakai di dunia elektronika. Driver berfungsi untuk mengendalikan kecepatan serta arah perputaran motor Dc. Peranti ini tampak pada Gambar 4.



Gambar 4. Bentuk fisik IC L298 & Modul Driver Motor L298N [12]

IC L298 adalah sebuah IC jenis jembatan-H yang berfungsi mengendalikan beban-beban induktif berbasis kumparan seperti relay, motor stepper, motor DC dan solenoid. IC L298 tersusun dari dari transistor-transistor logika (TTL) dengan gerbang nand dan transistor daya yang berfungsi untuk mempermudah dalam menentukan arah putaran suatu motor dc maupun motor stepper. [12]

Di pasaran sudah terdapat modul driver motor yang menggunakan ic ini, sehingga pemasangannya lebih praktis karena pin I/O nya telah terpasang dengan rapi dan mudah dipakai.

modul driver motor L298N ini memiliki kelebihan yaitu dalam hal ketepatan dalam menjalankan motor sehingga motor lebih mudah untuk dikendalikan.

#### LED

Dioda pemancar cahaya atau hanya LED, banyak digunakan untuk perangkat elektronik sebagai indikator. Led biasanya digunakan di layar display TV, komputer dan videotron. LED adalah jenis dioda yang bersinar, yang memancarkan cahaya dengan bandwidth sempit pada suatu panjang gelombang, cahaya tampak maupun cahaya infra merah yang tak terlihat untuk kontrol jarak jauh atau cahaya jenis laser saat arus panjar maju melewatinya. Dioda Pemancar Cahaya atau sering disebut LED, pada dasarnya hanyalah tipe dioda spesial karena memiliki sifat listrik yang sama dengan dioda semikonduktor sambungan PN. Artinya LED akan melewatkan arus ke arah maju namun menghalangi aliran arus dalam arah sebaliknya, panjar maju. [13]

Led tersusun dari lapisan bahan semikonduktor sangat tipis yang cukup banyak didoping dan tergantung pada bahan semikonduktor yang digunakan dan jumlah doping. Sebuah LED akan memancarkan cahaya berwarna pada panjang gelombang spektral tertentu saat diberi bias maju. Proses yang terjadi ketika dioda diberi

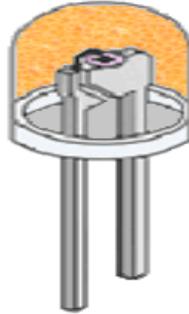
---

Eko Suprayitno, Sri Widoretno, Ahmad Yufon. 2020. Rekayasa Pintu Geser Otomatis dengan Menggunakan Sensor Passive Infra Red (PIR).  
Jurnal *Qua Teknika*, (2020), 10(1) : 47-61

---

bias maju yaitu elektron dari pita konduksi semikonduktor melakukan rekombinasi dengan cara bergabung dengan *hole* dari pita *valensi* dan melepaskan sejumlah energi untuk menghasilkan foton yang memancarkan cahaya *monokromatik* (satu warna). Karena lapisan tipis ini sejumlah foton yang sesuai dapat meninggalkan sambungan dan memancarkan hasil berupa cahaya berwarna.

Selanjutnya dapat dikatakan bahwa ketika diberi panjar tegangan dalam arah bias maju Led mengubah energi listrik menjadi energi cahaya. Umumnya bentuk led tampak pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Konstruksi LED [13]

Konstruksi Dioda pemancar cahaya sangat berbeda dengan dioda sambungan biasa. Sambungan PN dari sebuah LED dikelilingi oleh *plastik epoxy resin* padat yang transparan berbentuk setengah bola yang melindungi LED dari gangguan mekanis termasuk getaran dan kejutan.

Sebagian konstruksi LED menggunakan bentuk segi empat atau berbentuk silinder yang memiliki permukaan datar di atas, atau berbentuk batang atau panah. Umumnya LED dibentuk dengan dua kaki elektroda muncul dari bagian bawah. Kebanyakan dioda pemancar cahaya (led) memiliki katoda, terminal (-) yang ditandai dengan *notch* atau sisi datar pada *body* atau tanda lainnya yaitu kaki katoda lebih pendek dari terminal lain, anoda (+) yang lebih panjang.

Led berbeda dengan lampu pijar dan bohlam yang menghasilkan sejumlah besar panas saat bersinar, cahaya LED bersifat "dingin" yang lebih hemat energi daripada "bola lampu" biasa karena sebagian besar pancaran energi yang dihasilkan hanya dalam spektrum cahaya tampak. LED adalah peranti padat, ukurannya bisa sangat kecil, awet dan menghasilkan masa pakai lampu lebih lama dari pada sumber cahaya lain.

Dioda Pemancar Cahaya (LED) Tidak seperti dioda biasa yang dibuat dari bahan semikonduktor Germanium atau Silikon, ia dibuat dari senyawa semikonduktor eksotik seperti *Gallium Arsenide (GaAs)*, *Gallium Phosphide (GaP)*, *Gallium Arsenide Phosphide (GaAsP)*, *Silicon Carbide (SiC)* or *Gallium Indium Nitride (GaInN)*. Beberapa senyawa dicampur dengan perbandingan yang berbeda untuk menghasilkan panjang gelombang warna yang berbeda. Perbedaan senyawa penyusun LED menyebabkan perbedaan rentang spektrum pancaran cahaya tertentu dari cahaya tampak. Oleh sebab itu warna led yang berbeda, berbeda pula tingkat intensitas pancarannya. Pemilihan bahan semikonduktor yang sesuai akan menentukan warna atau panjang gelombang cahaya foton dari pada led.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan metode penelitian simulasi, yaitu jenis penelitian yang bertujuan untuk mencari suatu gambaran lewat suatu sistem dengan skala kecil atau sederhana yang pada sistem tersebut akan diterapkan manipulasi atau pengendalian untuk mengetahui pengaruhnya. Penelitian ini berupa rekayasa prototipe Pintu otomatis geser dengan menggunakan sensor *Passive Infra Red (PIR)* dengan papan Arduino, yang diawali dari pembuatan miniatur pintu dengan ukuran panjang 15 cm, lebar 15 cm dan tinggi 10 cm, selanjutnya dibuatlah sistem kendali Buka tutup pintu geser dengan sensor *Passive Infra Red (PIR)* pada proses buka tutup pintu yang mengacu pada gerakan manusia. Untuk lebih jelasnya akan dibahas mendetail pada sub bab berikut.

### **a. Sumber Data**

Yang dimaksud dengan sumber data dalam penelitian adalah subyek dari mana data dapat diperoleh. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan dua sumber data yaitu :

1. Sumber data primer, yaitu data yang langsung dikumpulkan oleh peneliti dari sumber pertamanya. Adapun yang menjadi sumber data primer dalam penelitian ini adalah data penelitian dari terdahulu dan dari sumber-sumber dari internet. Yaitu Buku-buku dan skripsi terdahulu [14].

Eko Suprayitno, Sri Widoretno, Ahmad Yufron. 2020. Rekayasa Pintu Geser Otomatis dengan Menggunakan Sensor Passive Infra Red (PIR).  
Jurnal *Qua Teknika*, (2020), 10(1) : 47-61

---

2. Sumber data skunder, yaitu data yang langsung dikumpulkan oleh peneliti sebagai penunjang dari sumber pertama. Dapat juga dikatakan data yang tersusun dalam bentuk data-data Dalam penelitian ini, alat merupakan sumber data sekunder. Yaitu berupa alat miniatur pintu ukuran panjang 15 cm, lebar 15 cm dan tinggi 10 cm

b. Teknik Pengumpulan Data

Adapun tahapan pengumpulan data sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Tahap ini dilakukan untuk mencari informasi sehubungan dengan Pintu otomatis geser dengan menggunakan sensor *Passive Infra Red* (PIR) dengan sistem Arduino. [15]

2. Penentuan Tujuan Penulisan

Tahap penentuan tujuan penelitian dilakukan untuk menentukan arah pembuatan perangkat ini.

3. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan proses pengumpulan data, dimana data yang diambil adalah data besarnya tegangan dan arus listrik yang di konsumsi oleh sensor PIR dengan menggunakan avo meter, serta data sistem Arduino uno.

4. Perancangan penelitian

a. Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Perancangan hardware bertujuan untuk merancang peralatan/rangkaian utama dan pendukung pada sistem yang akan dibuat.

b. Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Perancangan software dilakukan untuk memudahkan didalam pembuatan program di arduino nanti.

5. Tahap Pembuatan

Terdapat 2 bagian didalam tahap pembuatan yaitu :

a. Pembuatan Perangkat Keras (Hardware)

Pembuatan hardware merupakan proses untuk membuat peralatan/rangkaian utama dan pendukung sistem.

b. Pembuatan Perangkat Lunak (Software)

Pembuatan software merupakan proses pembuatan program kontroler untuk sistem yang akan dibuat.

6. Ujicoba dan analisis

Tahap pengujian dilakukan untuk menguji kinerja dari keseluruhan sistem, yang mencakup :

a. Pengujian sistem Pintu otomatis geser dengan menggunakan sensor *Passive Infra Red* (PIR) dengan sistem Arduino sebelum diaplikasikan

b. Pengujian terhadap objek yang diuji didalam hal ini yaitu gerak manusia. Jika sistem yang diuji belum sesuai, maka kembali ke tahap pembuatan. Tahap analisa dilakukan untuk menganalisa hasil pengujian dari sistem, apakah sistem yang dibuat tersebut telah sesuai dengan apa yang diharapkan. Jika sistem yang dibuat belum sesuai, maka kembali ke tahap perbaikan.

7. Kesimpulan dan Saran

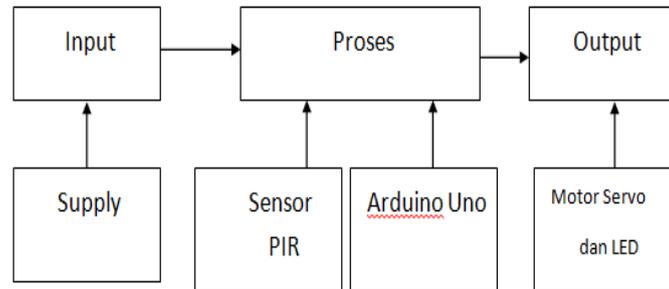
Kesimpulan dan saran merupakan tahapan akhir dari keseluruhan sistem yang akan dibuat, dimana kesimpulan merujuk pada tujuan pokok didalam proses pembuatan sistem, dan saran berisikan hal-hal yang merupakan masukan dari pengguna perangkat demi kesempurnaan sistem yang dibuat.

c. Populasi dan Sampel penelitian

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri dari: obyek/subyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya. Populasi dalam penelitian ini adalah karakteristik Pintu otomatis geser terkendali dengan menggunakan sensor *Passive Infra Red* (PIR) dan sistem Arduino adalah bagian dari analisa dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut. Sampel dalam penelitian ini adalah karakter sensor, arus dan tegangan pintu otomatis geser. Teknik pengambilan sampel (sampling) adalah teknik yang digunakan untuk mengambil sampel. Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini adalah menggunakan teknik sampel bertujuan atau purposive sample. Purposive sample adalah teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu. Purposive sample dilakukan dengan cara mengambil subjek didasarkan atas suatu tujuan tertentu. Teknik ini dilakukan karena beberapa pertimbangan, misalnya alasan keterbatasan dana, tenaga, dan waktu sehingga tidak dapat mengambil sampel yang terlalu banyak.

d. Operasional Variabel Penelitian

Pada perancangan perangkat keras, hal yang dilakukan dengan mengintegrasikan modul perangkat-perangkat dengan arduino sebagai pemroses data. Gambar 6 menunjukkan rangkaian keseluruhan prototipe alat yang akan dirancang. Adapun diagram blok dari sistem yang dirancang adalah seperti yang diperlihatkan pada Gambar 6 dibawah ini.



**Gambar 6.** Diagram Blok Rangkaian

Dari gambar 6, Perancangan suatu alat yang akan dibuat merupakan suatu tahapan yang sangat penting dalam membuat suatu program ataupun melanjutkan kelangkah selanjutnya karena dengan perencanaan tersebut diharapkan mendapatkan hasil yang baik dan maksimal, dalam perancangan sistem yang penulis buat “Perancangan Dan Pembuatan Alat Buka Tutup Pintu Berbasis Arduino Uno Dan Sensor PIR”.

Fungsi Tiap Blok :

1. Block Supply : Sebagai Sumber Tegangan
2. Blok Sensor PIR : Sebagai penerima Gerak Manusia
3. Blok Arduino Uno : Sebagai tempat untuk menghitung perubahan logika yang diproses berupa hitungan dari Gerak Manusia
4. Blok LED : Sebagai tampilan data yang telah diproses

Pada sistem ini PIR akan mendeteksi Gerak berdasarkan perintah dari Arduion Uno, setelah Arduino Uno mengirimkan perintah kepada PIR maka Arduino Uno menunggu beberapa saat untuk menerima balasan dari PIR. Setelah data diterima oleh Arduino Uno maka data akan diproses dan kemudian dikonversikan menjadi perintah Pintu terbuka atau tertutup. Setelah data dikonversikan oleh Arduino Uno maka Motor Servo dan LED akan aktif sebagai display. Setelah display aktif dan apa bila tidak ada terjadi gerakan maka PIR mengirimkan data ke Arduino Uno megerakan Motor Servo untuk menutup lagi.

e. Analisa Data

Analisa data dilakukan dengan menuliskan data yang didapat dan menganalisis hasil kerja sistem kendali, dalam hal ini yaitu kinerja sensor dalam proses membuka dan menutup Pintu, apakah sesuai dengan yang seharusnya, serta menguji kinerja seluruh sistem, keakuratan dan kecepatannya. Selain itu juga dianalisis hasil kinerja dari sistem tersebut.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

a. Data Percobaan

Adapun data percobaan dari hasil Buka Tutup pintu otomatis Menggunakan Sensor PIR dan Berbasis Arduino Uno adalah sebagai berikut.

**Tabel 1.** Data Percobaan Hasil Pengukuran

| No | sudut           | Jarak  | Waktu respon Sensor terbuka | Waktu respon Sensor tertutup | Keberhasilan (%) | Posisi pintu     |
|----|-----------------|--------|-----------------------------|------------------------------|------------------|------------------|
| 1. | 45 <sup>0</sup> | 50 cm  | Pintu tidak terbuka         | Pintu tidak terbuka          | 0 %              | Tertutup         |
| 2. | 45 <sup>0</sup> | 100 cm | 1,97 s                      | 8,11 s                       | 75 %             | Terbuka sempurna |
| 3. | 45 <sup>0</sup> | 150 cm | 2,15 s                      | 8,12 s                       | 95 %             | Terbuka sempurna |

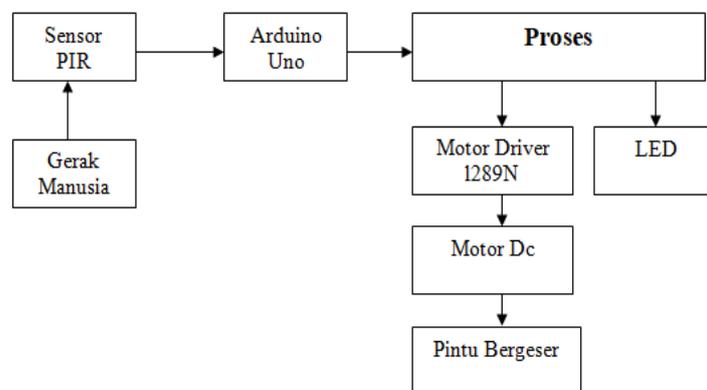
Eko Suprayitno, Sri Widoretno, Ahmad Yufron. 2020. Rekayasa Pintu Geser Otomatis dengan Menggunakan Sensor Passive Infra Red (PIR).  
 Jurnal *Qua Teknika*, (2020), 10(1) : 47-61

|     |                  |        |                     |                     |       |                  |
|-----|------------------|--------|---------------------|---------------------|-------|------------------|
| 4.  | 45 <sup>0</sup>  | 200 cm | 1,15 s              | 6,92 s              | 100 % | Terbuka sempurna |
| 5.  | 45 <sup>0</sup>  | 250 cm | 1,98 s              | 7,75 s              | 99 %  | Terbuka sempurna |
| 6.  | 45 <sup>0</sup>  | 300 cm | Pintu tidak terbuka | Pintu tidak terbuka | 0 %   | Tertutup         |
| 7.  | 90 <sup>0</sup>  | 50 cm  | 1,70 s              | 7,95 s              | 100 % | Terbuka sempurna |
| 8.  | 90 <sup>0</sup>  | 100 cm | 1,72 s              | 7,35 s              | 100 % | Terbuka sempurna |
| 9.  | 90 <sup>0</sup>  | 150 cm | 2,03 s              | 8,08 s              | 100 % | Terbuka sempurna |
| 10. | 90 <sup>0</sup>  | 200 cm | 4,19 s              | 10,46 s             | 100 % | Terbuka sempurna |
| 11. | 90 <sup>0</sup>  | 250 cm | 4,78 s              | 10,05 s             | 100 % | Terbuka sempurna |
| 12. | 90 <sup>0</sup>  | 300 cm | 5,25 s              | 11,63 s             | 100 % | Terbuka sempurna |
| 13. | 90 <sup>0</sup>  | 350 cm | Pintu tidak terbuka | Pintu tidak terbuka | 0 %   | Tertutup         |
| 14. | 135 <sup>0</sup> | 50 cm  | Pintu tidak terbuka | Pintu tidak terbuka | 0 %   | Tertutup         |
| 15. | 135 <sup>0</sup> | 100 cm | Pintu tidak terbuka | Pintu tidak terbuka | 0 %   | Tertutup         |
| 16. | 135 <sup>0</sup> | 150 cm | 2,31 s              | 7,78 s              | 95 %  | Terbuka sempurna |
| 17. | 135 <sup>0</sup> | 200 cm | 3,15 s              | 8,71 s              | 98 %  | Terbuka sempurna |
| 18. | 135 <sup>0</sup> | 250 cm | 4,12 s              | 9,63 s              | 98 %  | Terbuka sempurna |
| 19. | 135 <sup>0</sup> | 300 cm | Pintu tidak terbuka | Pintu tidak terbuka | 0 %   | Tertutup         |

Dari hasil uji coba dalam Tabel 1, berbagai sudut dan ketepatan waktu respon di peroleh bahwasanya sudut yang paling bagus pada sudut 90<sup>0</sup> dari sudut 45<sup>0</sup> dan sudut 135<sup>0</sup>. Karena dalam sudut 90<sup>0</sup> sensor PIR membaca gerak manusia dengan sempurna dari sudut-sudut yang lain. Dalam penepatan sensor PIR dilektakkan di samping lebih baik dan respon sensor lebih cepat dari pada sensor di atas pintu.

b. Pengujian Sistem Pintu Geser dengan PIR menggunakan Arduino Uno

Pengujian sistem merupakan proses penerapan sistem perangkat keras dan lunak untuk menentukan apakah sistem tersebut cocok dan sesuai dengan yang diinginkan peneliti. Pengujian dilakukan dengan melakukan percobaan untuk melihat kemungkinan kesalahan yang terjadi dari setiap proses. Adapun pengujian sistem yaitu menguji perangkat dari segi spesifikasi fungsional tanpa menguji desain dan kode program. Pengujian dimaksudkan untuk mengetahui apakah fungsi-fungsi dan keluaran sudah berjalan sesuai dengan yang diinginkan. Dalam melakukan pengujian, tahap-tahap yang dilakukan pertama kali adalah melakukan pengujian terhadap perangkat inputan yaitu pengujian terhadap sensor PIR yang akan mendeteksi gerak manusia. Adapun tahapan-tahapan dalam pengujian alat pintu otomatis geser dengan menggunakan sensor Passive Infra Red (PIR) adalah sebagai berikut :



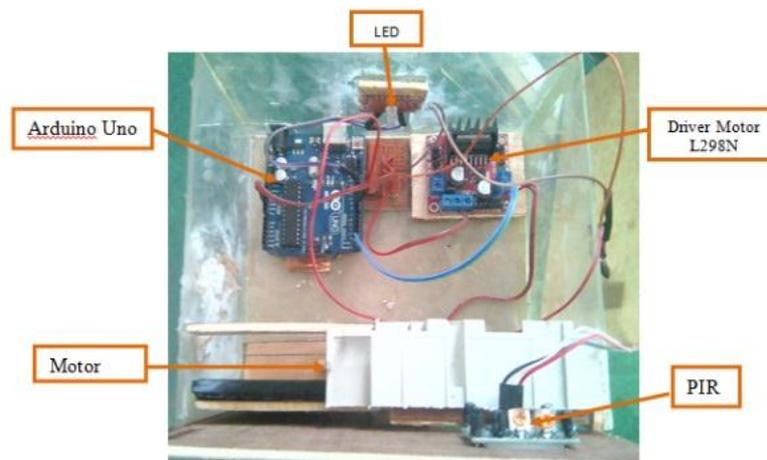
Gambar 7. Langkah Pengujian Sistem

Dari Gambar 7 rangkaian sistem Pintu Geser dengan PIR menggunakan Arduino Uno, di depan Sensor PIR terjadi gerakan manusia maka sensor Pir akan menangkap gerakan manusia itu lalu di masukkan ke dalam arduino Uno lalu di proses oleh program arduino lalu di masukan ke dalam motor driver L2089N lalu menggerakkan motor DC kekanan atau pun kekiri untuk menggerakkan pintu geser dan LED akan menyala waktu pintu terbuka. Apabila tidak ada gerakan di depan sensor PIR semua sistem tidak berkerja apabila ada

Eko Suprayitno, Sri Widoretno, Ahmad Yufon. 2020. Rekayasa Pintu Geser Otomatis dengan Menggunakan Sensor Passive Infra Red (PIR).  
Jurnal *Qua Teknika*, (2020), 10(1) : 47-61

gerakan di depan sensor sistem akan bekerja kembali. Sensor PIR sebenarnya bekerja dengan menangkap perubahan aliran panas, dan ketika terjadi perubahan aliran panas maka PIN outputnya menjadi HIGH begitu juga sebaliknya, jika tidak ada aliran panas maka menjadi LOW. Sesungguhnya inframerah dipancarkan oleh setiap objek, termasuk manusia. Infra merah juga dipancarkan manusia berupa panas yang dihasilkan tubuh. Setiap kali ada gerakan objek di depan sensor maka dihasilkan perubahan inframerah yang ditangkap sensor dari objek tersebut, juga dari gesekannya dengan udara.

Dari gambar 8. terlihat bentuk miniatur rumah dalam perbandingan ukuran panjang 15 Cm, lebar 15 Cm dan tinggi 10 cm, penempatan alat sensor PIR di tempatkan samping pintu dengan jarak 1 m dari permukaan lantai. Penempatan Sensor PIR di samping pintu masuk rumah, di arah tangkapan energi panas sensor PIR yang dihasilkan dari pancaran sinar infra merah pada setiap benda dengan suhu benda diatas suhu lingkungan. Seperti halnya tubuh manusia yang memiliki suhu tubuh sekitar 32 derajat celcius, yang lebih tinggi dari pada suhu rerata yang terdapat pada lingkungan.



**Gambar 8.** Penempatan Alat Pintu Geser Otomatis dengan PIR menggunakan Arduino

c. Rangkaian pintu otomatis geser dengan sensor PIR berbasis Arduino

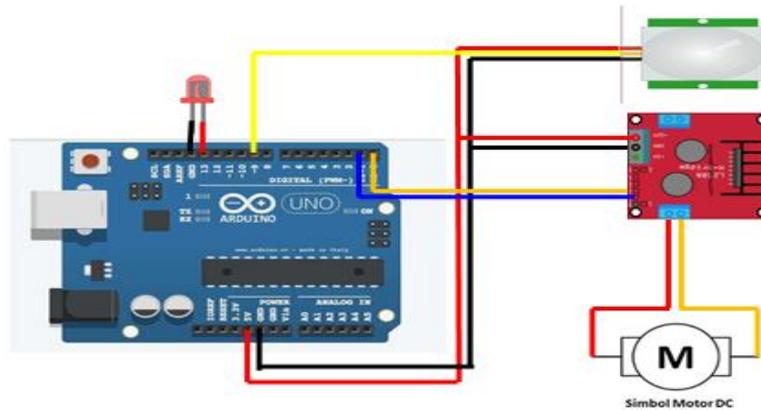
Alat Pintu otomatis geser dengan menggunakan sensor *Passive Infra Red* (PIR) dengan sistem Arduino sebagai pusat kendalinya, sensor PIR sebagai sensor Gerak sedangkan Motor DC dan LED sebagai aktuator. Alat ini bekerja secara otomatis dengan merespon berapa besar perubahan panas akibat Gerak yang dideteksi oleh sensor PIR. Arduino-Uno kemudian memproses sinyal tersebut dan memberikan output yang telah diprogram sebelumnya. Hasilnya akan membuka atau menutup pintu.

Berikut ini adalah alat dan bahan yang digunakan dalam membuat perangkat pengamanan rumah yaitu:

1. Sensor PIR
2. Arduino Uno
3. Motor DC
4. LED
5. Driver Motor L298N

Gambar 9 menunjukkan Rangkaian buka tutup pintu Sensor PIR yang digunakan memiliki tiga terminal yaitu Vcc, GND dan out. out terhubung langsung ke pin digital nomor-9 dari Arduino Uno. Sebuah LED digunakan untuk menampilkan aktif atau tidaknya status dari Sensor PIR. LED memiliki dua kaki, yang kaki *Positif* terhubung ke pin digital ke 13 Arduino Uno sedangkan kaki *negatif* terhubung ke Gnd. Driver motor L298N terhubung ke pin 0 dan pin 1 untuk mengendalikan motor dc agar bisa membuka dan menutup pintu (motor bisa berputar ke kanan kekiri). Motor Dc memiliki dua kaki dihubung ke driver L298N yang Out 1 dan Out 2.

Eko Suprayitno, Sri Widoretno, Ahmad Yufron. 2020. Rekayasa Pintu Geser Otomatis dengan Menggunakan Sensor Passive Infra Red (PIR).  
Jurnal *Qua Teknika*, (2020), 10(1) : 47-61

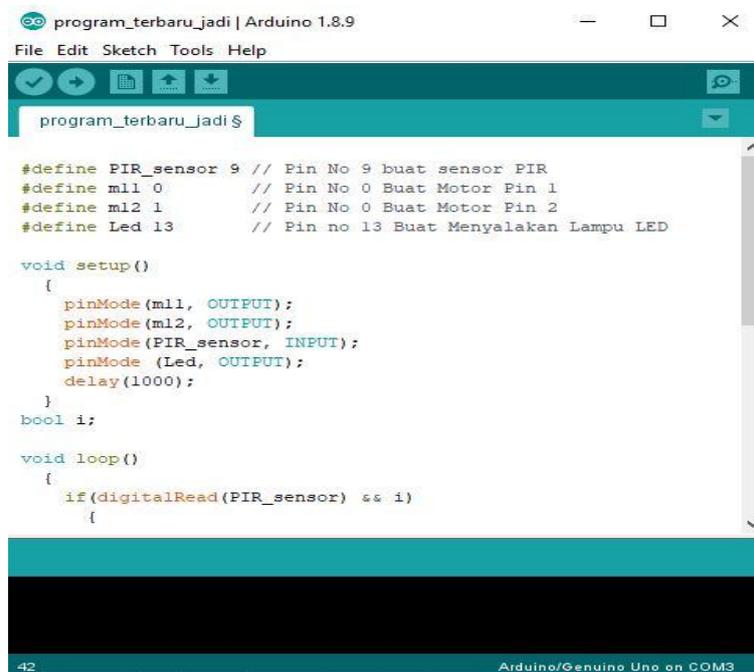


**Gambar 9.** Rangkaian buka tutup pintu

d. Program utama Pintu Geser dengan Aplikasi Arduino Uno

```
#define PIR_sensor 9 // Pin No 9 buat sensor PIR
#define m11 0 // Pin No 0 Buat Motor Pin 1
#define m12 1 // Pin No 0 Buat Motor Pin 2
#define Led 13 // Pin no 13 Buat Menyalakan Lampu LED
void setup ()
{
  pinMode (m11, OUTPUT);
  pinMode (m12, OUTPUT);
  pinMode (PIR_sensor, INPUT);
  pinMode (Led, OUTPUT);
  delay (1000);
}
bool i;
void loop ()
{
  If (digitalRead (PIR_sensor) && i)
  {
    digitalWrite (m11, HIGH); // membuka pintu geser
    digitalWrite (m12, LOW);
    digitalWrite (Led, HIGH); // lampu LED menyala
    delay (3000);
    i = false;
  }
  else if (!digitalRead (PIR_sensor) && !i)
  {digitalWrite (m11, LOW); // Menutup pintu geser
    digitalWrite (m12, HIGH);
    digitalWrite (Led, LOW); // Lampu LED mati
    delay (1000);
    i = true;
  }
  else
  {digitalWrite (m11, LOW); // Tidak ada gerakan pada sensor
    digitalWrite (m12, LOW);
  }
}
```

Eko Suprayitno, Sri Widoretno, Ahmad Yufron. 2020. Rekayasa Pintu Geser Otomatis dengan Menggunakan Sensor Passive Infra Red (PIR).  
Jurnal *Qua Teknika*, (2020), 10(1) : 47-61



```
program_terbaru_jadi | Arduino 1.8.9
File Edit Sketch Tools Help
program_terbaru_jadi $

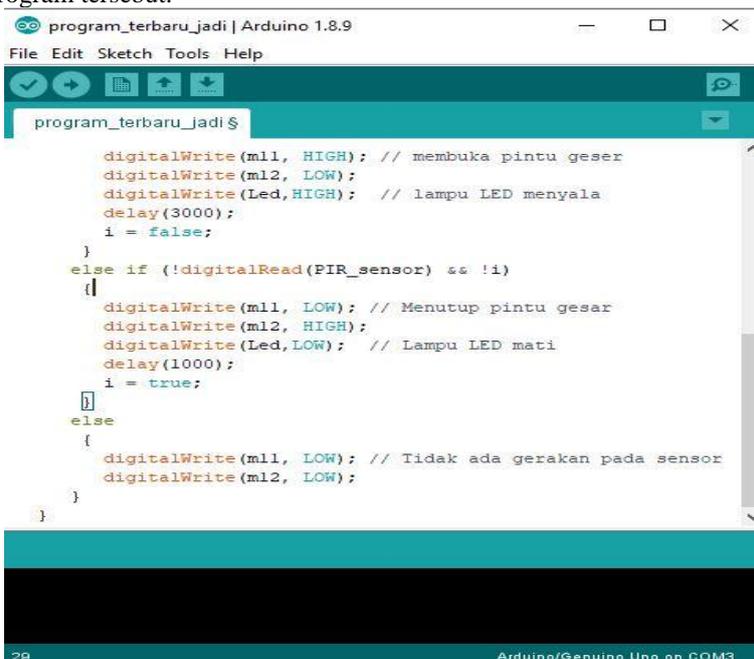
#define PIR_sensor 9 // Pin No 9 buat sensor PIR
#define m1 0 // Pin No 0 Buat Motor Pin 1
#define m2 1 // Pin No 0 Buat Motor Pin 2
#define Led 13 // Pin no 13 Buat Menyalakan Lampu LED

void setup()
{
  pinMode(m1, OUTPUT);
  pinMode(m2, OUTPUT);
  pinMode(PIR_sensor, INPUT);
  pinMode(Led, OUTPUT);
  delay(1000);
}
bool i;

void loop()
{
  if(digitalRead(PIR_sensor) == 1)
  {
```

**Gambar 10.** Program Pintu Geser dengan Aplikasi Arduino Uno (1)

Gambar 10 adalah program pintu geser utama dalam Aplikasi Arduino Uno. Menjelaskan pin-pin yang digunakan dalam program tersebut.



```
digitalWrite(m1, HIGH); // membuka pintu geser
digitalWrite(m2, LOW);
digitalWrite(Led, HIGH); // lampu LED menyala
delay(3000);
i = false;
}
else if (!digitalRead(PIR_sensor) == !i)
{
  digitalWrite(m1, LOW); // Menutup pintu geser
  digitalWrite(m2, HIGH);
  digitalWrite(Led, LOW); // Lampu LED mati
  delay(1000);
  i = true;
}
else
{
  digitalWrite(m1, LOW); // Tidak ada gerakan pada sensor
  digitalWrite(m2, LOW);
}
}
```

**Gambar 11.** Program Pintu Geser dengan Aplikasi Arduino Uno (2)

Gambar 11 adalah program pintu geser bagian kedua dalam Aplikasi Arduino Uno. Merupakan proses program yang diinginkan untuk membuka pintu otomatis geser dalam menggunakan sensor PIR.

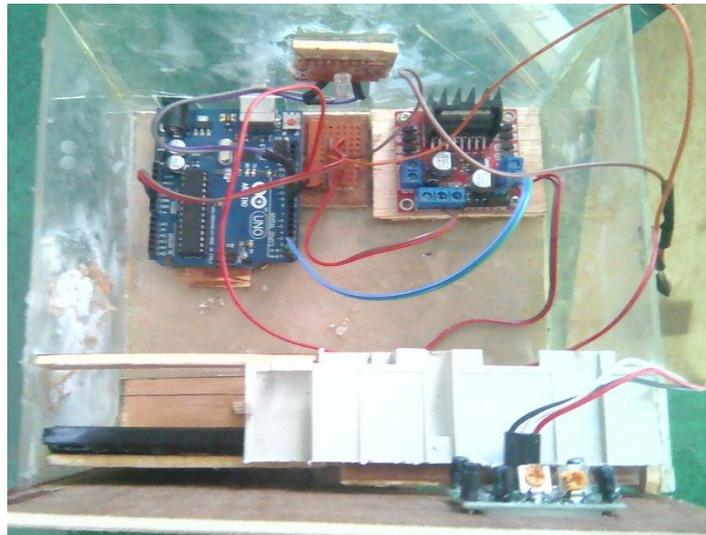
e. Pengujian Secara Keseluruhan

---

Eko Suprayitno, Sri Widoretno, Ahmad Yufron. 2020. Rekayasa Pintu Geser Otomatis dengan Menggunakan Sensor Passive Infra Red (PIR).  
Jurnal *Qua Teknika*, (2020), 10(1) : 47-61

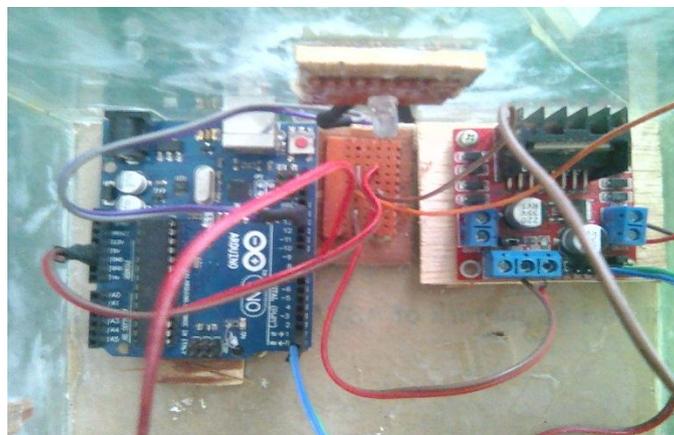
---

Setelah seluruh rangkaian dihubungkan menggunakan kabel sesuai dengan yang telah ditetapkan, lalu diberi tegangan 5 volt melalui baterai, keluaran dari baterai berupa tegangan sebesar 5 volt diteruskan ke rangkaian system minimum dan rangkaian Sensor PIR dan Motor DC. Rangkaian sistem minimum dibuat dalam keadaan ON. Sensor PIR dihubungkan ke Arduino Uno melalui pin Digital 2 untuk Motor DC dari pin digital 9 dan pin digital 13 untuk Lampu LED. Pengujian rangkaian dilakukan dengan cara menghidupkan baterai untuk seluruh rangkaian dan lampu led akan menyala dan apa bila ada gerakan di dekat sensor PIR maka pintu otomatis akan terbuka dan apa bila tidak ada gerakan di depan sensor PIR maka pintu akan tertutup kembali.



**Gambar 12.** Rangkaian Program Pintu Geser Aplikasi Arduino Uno

Ditunjukkan oleh gambar 12, semua rangkaian sistem dan penempatan alat pada miniatur dalam padingan ukuran panjang 15 Cm, lebar 15 Cm dan tinggi 10 cm.



**Gambar 13.** Rangkaian Program Pintu Geser Aplikasi Arduino Uno

Dalam gambar 13, semua sistem dikendalikan dengan arduino dan driver L298N, Dari hasil pengujian tersebut eksekusi program dapat berjalan. Hal ini menunjukkan bahwa Arduino Uno dan sensor PIR dalam keadaan baik terlihat bahwa pintu terbuka dan tertutup dengan sendirinya.

---

Eko Suprayitno, Sri Widoretno, Ahmad Yufon. 2020. Rekayasa Pintu Geser Otomatis dengan Menggunakan Sensor Passive Infra Red (PIR).  
Jurnal *Qua Teknika*, (2020), 10(1) : 47-61

---



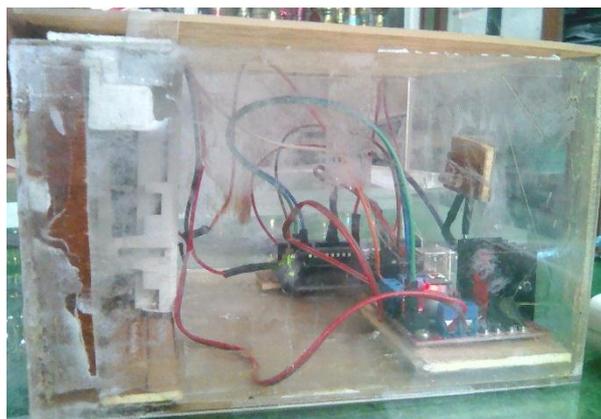
**Gambar 14.** Hasil alat Pintu Geser Aplikasi Arduino Uno

Dari gambar 14. pintu dalam keadaan tertutup dan tidak berkerja dalam tampak depan Pintu Otomatis Geser dengan menggunakan sensor PIR.



**Gambar 15.** Hasil alat Pintu Geser Aplikasi Arduino Uno

Dari gambar 15 tampak pintu otomatis geser dengan menggunakan sensor PIR berkerja atau aktif, pintu bergeser kesamping maka pintu terbuka untuk masuk dan keluar



**Gambar 16.** Hasil alat Pintu Geser Aplikasi Arduino Uno

---

Eko Suprayitno, Sri Widoretno, Ahmad Yufro. 2020. Rekayasa Pintu Geser Otomatis dengan Menggunakan Sensor Passive Infra Red (PIR).  
Jurnal *Qua Teknika*, (2020), 10(1) : 47-61

---

Dari gambar 16 pintu otomatis geser dengan menggunakan sensor PIR dalam keadaan tidak aktif dilihat dari samping lampu LED tidak aktif.



**Gambar 17.** Hasil alat dari samping Pintu Geser Aplikasi Arduino Uno

Dari gambar 17 pintu otomatis geser dengan menggunakan sensor PIR dalam keadaan aktif dilihat dari samping lampu LED aktif dan pintu bergeser kesamping .

## SIMPULAN

Pengembangan rekayasa pintu otomatis geser dengan menggunakan sensor Passive Infra Red (PIR) sebagai pengendali membuka pintu lebih mudah dalam pembuatan dan kegunaan dalam aktifitas manusia keluar masuk dalam rumah. Pemilihan pintu otomatis geser dengan menggunakan sensor Passive Infra Red (PIR) dapat berfungsi dengan baik dalam pembacaan sensor diatas pintu dapat berjalan lancar. Pintu geser otomatis dengan menggunakan sensor Passive Infra Red (PIR) ketika terjadi pergerakan di area sekitar sensor Passive Infra Red (PIR) dengan baik dalam sudut  $90^0$  dan berjarak 30 cm dari depan pintu, pintu akan bergeser dalam 5 detik pintu otomatis akan menutup sendiri. Dan pintu tidak akan berjalan apabila di depan pintu tidak ada gerakan pada sudut  $90^0$  dan berjarak 200 cm dari depan pintu. Hasil pengujian keseluruhan diperoleh dalam sudut  $90^0$  lebih baik dari pada sudut-sudut yang lain dari beberapa jarak dari depan pintu.

Faktor sensor Passive Infra Red (PIR) sangat berpengaruh pada pintu geser pada saat membuka dan menutup, sehingga perlu diperhatikan agar tingkat kegagalan dalam pengendalian pintu geser menjadi kecil. Perbandingan sudut dan peletakan pada sensor terhadap pintu geser sangat pengaruh terhadap jalannya pintu terbuka dan tertutup.

## REFERENSI

- [1] S. Prayogi, "PINTU OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR PASSIVE INFRARED (PIR) DENGAN ARDUINO," STMIK AKAKOM Yogyakarta, Yogyakarta, 2016.
- [2] T. T. BOZU, "Sensor PIR (Passive Infra Red)," PERRYNYCS Corp, 14 Juli 2011. [Online]. Available: <http://sainsdanteknologiku.blogspot.com/2011/07/sensor-pir-passive-infra-red.html>.
- [3] A. R. Mahassin, "Implementasi Sistem Peminjaman dan Pengembalian Buku dengan Teknologi RFID di Perpustakaan Jurusan Teknik Elektro," Universitas Negeri Semarang, Semarang, 2016.

Eko Suprayitno, Sri Widoretno, Ahmad Yufron. 2020. Rekayasa Pintu Geser Otomatis dengan Menggunakan Sensor Passive Infra Red (PIR).  
Jurnal *Qua Teknika*, (2020), 10(1) : 47-61

---

- [4] S. Ariyanti, S. S. Adi and S. Purbawanto, "SISTEM BUKA TUTUP PINTU OTOMATIS BERBASIS SUARA," *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, vol. 3, no. 1, pp. 83-91, 2018.
- [5] . A. Nazarudin and S. Nuryadi, "SISTEM KENDALI PINTU DAN PERALATAN LISTRIK OTOMATIS DENGAN SENSOR PIR DAN SMS GATEWAY SEBAGAI PENGUNCI SISTEM," University of Technology Yogyakarta (UTY), Yogyakarta, 2018.
- [6] D. A. Barus, "Rancang Bangun Gerbang dengan Menggunakan Kontrol Android Via Bluetooth Berbasis Arduino Uno R3," Universitas Sumatera Utara (USU), Medan, 2017.
- [7] D. Wiratmoko, "Prototype Sistem Buka Tutup Kunci Pintu Rumah dengan Menggunakan Rfid dan Keypad 4x4 Berbasis Arduino Uno," Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, 2017.
- [8] . R. Martin, D. Despa and . M. Mardiana, "Sistem Kendali Palang Pintu Otomatis Menggunakan Barcode Berbasis Mikrokontroler Atmega 328p-Pu Pada Pintu Masuk Perpustakaan Unila," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 3, no. 2, 2015.
- [9] K. Muslihah, "Pengertian dan cara kerja sensor Passive Infra Red (PIR)," blogspot, 14 Juni 2015. [Online]. Available: <http://khoirummuslihah.blogspot.co.id/2015/06/pengertian-dan-cara-kerja-sensor-pir.html>.
- [10] Anonim, " HomeDocumentsBAB III METODE DAN PERANCANGAN Kabel rangkaian Resistor Kapasitor Kayu dan plastic untuk pembuatan...," Laboratorium Perancangan dan M&R Elektronika Politeknik Negeri Manado, Juni 2013. [Online]. Available: <https://dokumen.tips/documents/bab-iii-metode-dan-perancangan-kabel-rangkaian-resistor-kapasitor-kayu-dan-plastic.html>.
- [11] Belajarelektronika.net, "Pengertian Motor DC, Fungsi, dan Prinsip Kerjanya," Belajar elektronika, 23 Juli 2017. [Online]. Available: <https://belajarelektronika.net/pengertian-motor-dc-fungsi-dan-prinsip-kerjanya/>.
- [12] A. Faudin, "Tutorial Arduino mengakses driver motor L298N," [nyebarilmu.com](http://nyebarilmu.com), 27 Agustus 2017. [Online]. Available: <https://www.nyebarilmu.com/tutorial-arduino-mengakses-driver-motor-l298n/>.
- [13] A. Elektro, "Pengertian Dioda LED (Light Emitting Diode)," Belajar Elektronika, 6 Juni 2019. [Online]. Available: <https://abduelektro.blogspot.com/2019/06/pengertian-dioda-led-light-emitting.html>.
- [14] A. Pangestu, "Pengaruh Program Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dan Disiplin Kerja Karyawan Terhadap Produktivitas Kerja Karyawan (Studi Kasus pada PT. Wika Realty Proyek Pembangunan Tamansari Hive Office Park)," UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SYARIF HIDAYATULLAH, Jakarta, 2016.
- [15] D. Y. A. Yulius, "Studi Theory of Constraints dalam Manajemen Konstruksi pada Proyek Pembangunan Pop Hotel Lampung," FAKULTAS TEKNIK UNILA, Lampung, 2014.