

## Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Lampu Belajar Menggunakan Sensor *Passive Infrared* dan Sensor *Load Cell* Berbasis Mikrokontroler

Iqamatulhaq Rakayama\*, Nini Firmawati\*

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas  
Kampus Unand Limau Manis, Padang 25163, Indonesia

### Info Artikel

#### Histori Artikel:

Diajukan: 04 Februari 2022  
Direvisi: 11 Februari 2022  
Diterima: 15 Februari 2022

#### Kata kunci:

PIR  
*Load Cell*  
Relay  
RF433  
Lampu Belajar

#### Keywords:

PIR  
*Load Cell*  
Relay  
RF433  
Study lamp

#### Penulis Korespondensi:

Iqamatulhaq Rakayama  
Email: [qrakayama@yahoo.co.id](mailto:qrakayama@yahoo.co.id)

### ABSTRAK

Telah dilakukan rancang bangun sistem otomatisasi lampu belajar menggunakan sensor *Passive Infrared* dan sensor *Load Cell* berbasis mikrokontroler. Sistem dilengkapi dengan pendeteksi sinar inframerah dari tubuh manusia menggunakan sensor *Passive Infrared* (PIR) dan identifikasi massa objek menggunakan sensor *Load Cell*, Relay sebagai saklar otomatis lampu belajar, dan RF433 untuk mengirimkan identifikasi massa objek dari sensor *Load Cell* pada rangkaian *transmitter* ke rangkaian *receiver*. Sistem ini juga bekerja berbasis mikrokontroler Arduino Uno sebagai mikrokontroler. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sensor PIR memiliki jarak pembacaan maksimal 6 m dan sudut pembacaan maksimal 70° ke kiri dan kanan. Sensor *Load Cell* dapat menimbang massa objek secara akurat dengan persentase kesalahan 0,61%. Rangkaian keseluruhan pada sistem ini dapat bekerja dengan baik sesuai dengan program perangkat lunak yang dimasukkan, yaitu lampu akan menyala jika sensor keluaran sensor PIR 1 (*HIGH*) dan massa objek yang dideteksi sensor *Load Cell* lebih dari 15 kg. Sebaliknya alat tidak bekerja dan lampu tidak menyala jika sensor PIR dalam keadaan *LOW* atau sensor *Load Cell* mengidentifikasi massa objek kurang dari 15 kg.

*A study lamp automation system has been designed using a Passive Infrared sensor and a microcontroller-based Load Cell sensor. The system is equipped with infrared light detection from the human body using a Passive Infrared (PIR) sensor and object mass identification using a Load Cell sensor, Relay as an automatic switch for learning lights, and RF433 to transmit object mass identification from the Load Cell sensor in the transmitter circuit to the receiver circuit. This system also works based on the Arduino Uno microcontroller as a microcontroller. The results of this study indicate that the PIR sensor has a maximum reading distance of 6 m and a maximum reading angle of 70° to the left and right. The Load Cell sensor can accurately weigh the object's mass with an error percentage of 0,61%. The overall circuit in this system can work properly according to the software program entered, namely the light will turn on if the PIR sensor output sensor 1 (HIGH) and the object mass detected by the Load Cell sensor is more than 15 kg. On the other hand, the tool does not work and the light does not turn on if the PIR sensor is LOW or the Load Cell sensor identifies the object's mass is less than 15 kg.*

Copyright © 2022 Author(s). All rights reserved

## I. PENDAHULUAN

Sumber penerangan sangat penting untuk mendukung aktivitas dan pekerjaan yang dijalankan manusia. Sumber penerangan buatan seperti lampu sangat dibutuhkan untuk aktivitas manusia terutama pada malam hari dan tempat-tempat dimana cahaya matahari tidak dapat menerangi secara maksimal. Kebutuhan listrik pada rumah tangga banyak terpakai pada malam hari. Terutama pemakaian lampu yang menggantikan peran matahari sebagai penerangan. Pemakaian lampu juga tidak luput saat melakukan aktivitas belajar atau mengerjakan pekerjaan rumah. Lampu yang digunakan tentu saja masih banyak yang memakai lampu dengan saklar manual *On/Off*. Permasalahan yang dialami jika menggunakan saklar kontak *On/Off* manual adalah pada saat menghidupkan atau mematikan lampu tidak pada jam yang sama karena kelalaian manusia sehingga pemakaian daya tidak terkontrol dengan baik (Maharmi, 2018). Hal ini didukung dengan pernyataan bahwa pemborosan energi listrik yang secara umum terjadi disebabkan oleh manusia sebesar 80% (Kementrian ESDM, 2011).

Penelitian tentang lampu belajar otomatis juga telah dilakukan (Jaya & Ramadhan, 2018). Lampu belajar otomatis ini menggunakan sensor ultrasonik berbasis mikrokontroler Arduino. Alat ini dapat mendeteksi apakah ada atau tidaknya pengguna meja belajar dan memberikan indikator ataupun pertanda dengan menyalanya lampu belajar tersebut. Alat dapat dirancang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Kelemahan dari alat ini terletak pada sensor yang digunakan. Sensor yang digunakan hanya sensor ultrasonik yang hanya mendeteksi pantulan dari sebuah benda atau seorang manusia. Lampu otomatis ini menyala tetapi tidak bisa mendeteksi apakah yang dideteksi itu benda atau manusia dan jika yang dideteksi manusia lampu hidup tanpa tahu orang memakai meja tersebut atau hanya sekedar singgah.

Penelitian tentang lampu ruang belajar lain juga telah dilakukan (Iqbal, 2019). Pada penelitian ini telah dirancang lampu ruang belajar otomatis menggunakan sensor PIR, ISD1820, dan *Relay*. Alat ini menyalakan lampu berdasarkan keluaran dari sensor PIR, yang mengontrol *relay* untuk menghidupkan lampu jika ada manusia yang dideteksi oleh sensor PIR. Alat ini juga mempunyai keluaran ISD1820 yang aktif jika sensor PIR mendeteksi sinar inframerah dari manusia dengan mengeluarkan suara "SELAMAT BELAJAR". Kelemahan dari alat ini terletak pada sensor yang digunakan yaitu hanya sensor PIR. Sensor ini aktif jika ada pancaran sinar inframerah manusia yang terdeteksi yang menyebabkan lampu menyala walaupun tidak ada pengguna meja belajar.

Penjelasan dan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya tentang lampu otomatis dapat diambil kesimpulan bahwa penggunaan berlebihan pada pemakaian lampu menyebabkan pemborosan dari segi energi maupun ekonomi. Penelitian yang telah dilakukan untuk membuat lampu belajar otomatis juga baru menggunakan sensor ultrasonik dan sensor PIR. Penelitian ini membuat lampu otomatis sensor PIR untuk mendeteksi keberadaan manusia, selain menggunakan sensor PIR penelitian ini juga menggunakan sensor *Load Cell* yang ditempel pada kursi. Sistem otomatisasi ini dibuat aktif hanya jika seseorang ingin duduk dan memakai meja belajar untuk belajar ataupun mengerjakan tugas. Sensor *Load Cell* juga hanya aktif jika berat badan yang dideteksi yaitu 15-200 kg. Berat ini diambil berdasarkan rata-rata berat badan anak 6 tahun dan rata-rata berat badan orang dewasa umur (30-49) tahun. Berat badan anak 6 tahun memiliki berat dengan rata-rata 17,8 kg sedangkan orang dewasa umur (30-49) tahun yang mempunyai rata-rata berat badan paling tinggi yaitu 62,9 kg (Muljati et al., 2016). Lampu meja belajar otomatis ini diharapkan pemakaiannya lebih efektif dari penelitian-penelitian sebelumnya dan menghindari lampu hidup ketika seseorang yang hanya lewat di depan meja belajar atau hanya menggunakan meja tetapi tidak duduk untuk belajar atau mengerjakan pekerjaan rumah.

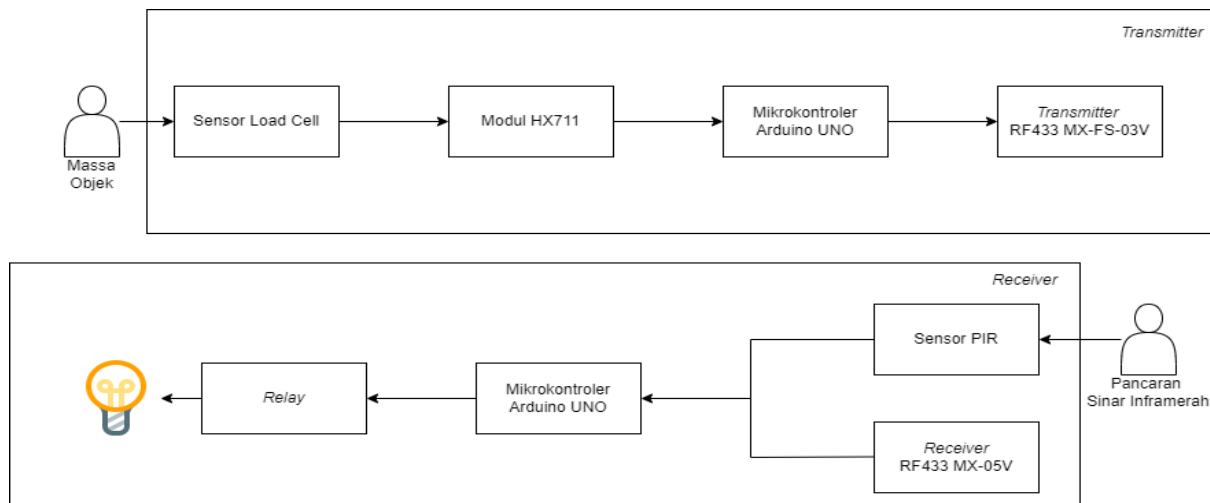
## II. METODE

### 2.1 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan adalah multimeter digital, *personal computer*, baterai 9V, solder, pencabut timah, papan, sensor PIR, sensor *Load Cell*, *breadboard*, mikrokontroler Arduino UNO, Timah, *jumper*, lampu, modul RF433 MX-FS-03V, modul RF433 MX-05V, *relay*, modul IC HX711, *bracket Load Cell* 50 kg

## 2.2 Perancangan Sistem

Perancangan diagram blok sistem merupakan suatu gambaran dari sistem secara umum dan bagian-bagian dari komponen-komponen dalam sistem yang menggambarkan keterkaitan dan interaksi antar komponen. Diagram blok sistem dapat dilihat pada Gambar 1.

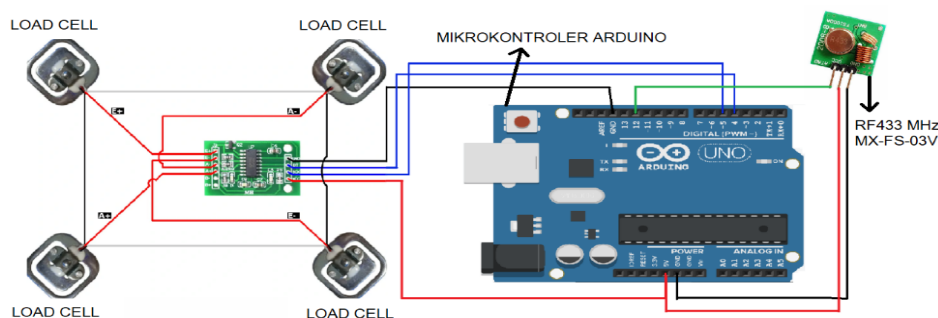


Gambar 1. Diagram Blok Lampu Otomatis

Prinsip kerja diagram blok di atas diawali dengan pembacaan berat badan manusia oleh sensor *Load Cell* yang diletakkan pada kursi, setelah data dari sensor didapatkan selanjutnya dikirim ke unit *receiver*. Data yang diterima *receiver* dari sensor *Load Cell* dan data yang didapatkan dari sensor PIR diproses melalui mikrokontroler Arduino dan diteruskan ke *relay*. *Relay* mengalirkan arus listrik ke lampu belajar sesuai dengan logika program pada mikrokontroler Arduino.

## 2.3 Perancangan dan Pengujian Sensor *Load Cell*

Perancangan rangkaian sensor *Load Cell* ini membutuhkan modul HX711, mikrokontroler Arduino Uno, dan *transmitter* RF433MHz MX-FS-03V. Rangkaian ini berguna untuk mendeteksi berat badan manusia. Berikut ini merupakan rancangan rangkaian sensor *Load Cell* yang dapat dilihat pada Gambar 2.

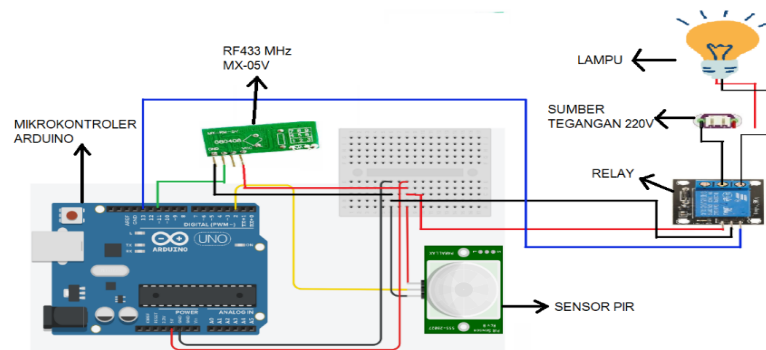


Gambar 2. Rangkaian *transmitter* sensor *Load Cell*

Sensor *Load Cell* dihubungkan pada modul HX711 kemudian modul HX711 yang berfungsi untuk mengkonversi output digital menjadi skala berat dan *transmitter* RF433MHz MX-FS-03V bertugas untuk mengirimkan data rangkaian dihubungkan pada mikrokontroler Arduino Uno. Rangkaian sensor *Load Cell* setelah itu diuji tegangan keluarannya dan dilihat persentase *error*-nya.

## 2.4 Perancangan Rangkaian *Receiver* Lampu Otomatis

Rangkaian *receiver* lampu otomatis memerlukan RF433MHz MX-FS-03V, mikrokontroler Arduino Uno, sensor PIR, relay, *power supply*, dan lampu. Rangkaian *receiver* lampu otomatis dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Rangkaian receiver lampu otomatis

RF433MHz MX-FS-03V berfungsi sebagai receiver yang menerima data dari rangkaian *transmitter* sensor *Load Cell*. Kaki-kaki pada RF433MHz MX-05V dihubungkan dengan mikrokontroler Arduino. Data yang dikirim oleh rangkaian *transmitter* sensor *Load Cell* dan data dari sensor PIR selanjutnya diproses mikrokontroler Arduino sesuai dengan logika program yang telah dibuat melalui software mikrokontroler Arduino. Proses selanjutnya yaitu mengirimkan tegangan ke lampu dan memerlukan *relay* sebagai saklar elektrik. *Relay* mempunyai 6 pin dan dihubungkan ke mikrokontroler Arduino. Catudaya berfungsi untuk memberikan tegangan ke lampu dan catudaya dihubungkan ke lampu menggunakan kabel warna merah.

## 2.5 Pengumpulan Data, Analisa Data, Pembahasan dan Kesimpulan

Setelah rangkaian sistem lampu otomatis diuji dan diambil data tegangan output sensor PIR terhadap jarak objek, data jarak dan sudut pembacaan maksimal sensor PIR, data tegangan output sensor *Load Cell* terhadap berat badan telah didapat, dan data perbandingan alat yang dibuat dengan alat acuan serta perhitungan *error*-nya selanjutnya dianalisa. Data yang telah dianalisa kemudian dibahas untuk ditarik kesimpulan.

## III. HASIL DAN DISKUSI

### 3.1 Hasil Pengujian dan Karakterisasi Sensor PIR

Pengujian dan karakterisasi sensor PIR dilakukan untuk mengetahui kinerja dari sensor PIR yaitu jarak serta sudut pembacaan dari sensor PIR untuk mendeteksi manusia serta untuk mengetahui tegangan keluaran dari sensor PIR. Pengujian sensor PIR dilakukan dengan menggunakan lampu LED untuk mengetahui sensor bekerja atau tidak dengan tanda menyala pada lampu LED. Data dari jarak pembacaan sensor PIR dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian dan karakterisasi sensor PIR

No	Sudut	Jarak						
		1 m	2 m	3 m	4 m	5 m	6 m	7 m
1	0°	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X
2	10°	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X
3	20°	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
4	30°	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
5	40°	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
6	50°	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
7	60°	✓	✓	X	X	X	X	X
8	70°	✓	✓	X	X	X	X	X
9	80°	X	X	X	X	X	X	X

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa pada jarak 6 meter, sensor PIR masih dapat mendeteksi sinar inframerah manusia hal ini ditandai dengan menyalnya lampu LED. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa sudut maksimum dari sensor PIR untuk mendeteksi sinar merah adalah 70° baik ke sisi kanan maupun ke sisi kiri sensor pada arah horizontal.

Sensor PIR merupakan sensor digital yang hanya memiliki dua tegangan keluaran yang dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil karakterisasi tegangan keluaran sensor PIR

Jarak Sensor Objek (m)	Tegangan Output Sensor PIR (V)
1	3,27
2	3,27
3	3,27
4	3,27
5	3,27
6	3,27
7	0,00
8	0,00
9	0,00

Pada Tabel di atas dapat dilihat bahwa sensor ini hanya memiliki dua keadaan yaitu hidup atau *HIGH* dan mati atau *LOW*. Tegangan keluaran dari sensor PIR yaitu 3,27 V jika mendeteksi pancaran sinar inframerah dan 0 V jika tidak mendeteksi pancaran sinar inframerah. Dari hasil yang telah didapat pada Tabel 1 dan Tabel 2, maka sensor ini bekerja dengan baik untuk mendeteksi manusia.

### 3.2 Hasil Pengujian dan Karakterisasi Sensor *Load Cell*

Pengujian sensor *Load Cell* dilakukan dengan cara membandingkan berat badan yang terdapat timbangan buatan menggunakan sensor *Load Cell* dengan timbangan digital, setelah dibandingkan kemudian dihitung *error*. Perbandingan data yang terdapat pada timbangan *Load Cell* dengan timbangan digital dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Data perbandingan pengukuran berat badan

Berat Badan pada Timbangan <i>Load Cell</i> (kg)	Berat Badan Pada Timbangan Digital (kg)	Persentase <i>Error</i> (%)
138,7	138,4	0,21
88,0	87,4	0,70
78,7	78,5	0,25
74,9	75,3	0,53
68,1	67,7	0,59
62,9	62,4	0,80
59,9	59,6	0,50
54,1	53,6	0,93
50,3	49,8	0,98
Rata-rata <i>Error</i>		0,61

Perbandingan berat badan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa perhitungan antara kedua timbangan nilainya tidak terlampaui jauh dilihat dari persentase *error*-nya <1% pada setiap nilai berat badan dan mempunyai rata-rata *error* sebesar 0,61%.

Selain dengan membandingkan nilai antara timbangan *Load Cell* dengan timbangan digital, sensor *Load Cell* juga dikarakterisasi tegangan keluarannya untuk mengetahui variasi tegangan keluaran dari sensor *Load Cell* dengan berat badan yang ditimbang. Hubungan antara tegangan keluaran sensor *Load Cell* dengan berat badan yang ditimbang dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Karakterisasi sensor *Load Cell*

Berat Badan (kg)	Tegangan Output Sensor <i>Load Cell</i> (V)
49,8	1,7
53,6	1,9
59,6	2,0
62,4	2,1
67,7	2,3
74,9	2,5
78,5	2,6
87,4	2,9
138,4	4,5

Karakterisasi ini dilakukan untuk mengetahui tegangan keluaran ( $V_{out}$ ) pada sensor *Load Cell* terhadap berat badan yang ditimbang. Hasil pengujian ini menyatakan bahwa nilai tegangan keluaran pada sensor *Load Cell* naik nilainya seiring dengan berat badan yang ditimbang juga bertambah naik. Hasil tegangan keluaran pada sensor *Load Cell* selanjutnya diplot pada grafik yang dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 4.** Hubungan berat badan terhadap tegangan keluaran

Grafik pada Gambar 5 Nilai  $R^2$  (koefisien determinasi) menunjukkan perubahan yang linier pada tegangan keluaran seiring dengan bertambahnya berat badan yang ditimbang ditunjukkan dengan. Nilai  $R^2$  sebesar 0,9963 menunjukkan bahwa variabel X atau berat badan berpengaruh terhadap variabel Y atau tegangan keluaran sebesar 99,6% yang berarti kedua variabel sangat berpengaruh satu sama lain.

### 3.3 Hasil Pengujian Keseluruhan Alat

Pengujian sensor secara keseluruhan dilakukan dengan menggabungkan kedua sensor yaitu sensor PIR dan sensor *Load Cell* sebagai kontrol penyalaan lampu. Sensor *Load Cell* dirangkai terpisah dengan rangkaian lampu karena diletakkan di tempat yang berbeda dengan lampu yaitu di bawah kursi. Data dari sensor *Load Cell* dikirim ke rangkaian lampu secara telemetri menggunakan *transmitter* RF433. Rangkaian sensor PIR digabung dengan lampu dan *relay* serta *receiver* RF433 untuk menerima data dari sensor *Load Cell*. *Relay* dihubungkan dengan lampu melalui terminal NO (*Normally Open*). Data dari hasil pengujian lampu otomatis dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Pengujian lampu otomatis

No	Nama	Massa (kg)	Sensor PIR	Lampu
1	Relawan 1	138,4	HIGH	Hidup
2	Relawan 2	78,5	HIGH	Hidup
3	Relawan 3	74,9	HIGH	Hidup
4	Relawan 4	53,6	HIGH	Hidup
5	Relawan 5	49,8	HIGH	Hidup
6	Kucing	2,2	HIGH	Mati
7	Printer	4,3	LOW	Mati

Dari data Tabel 5 pengujian lampu otomatis dilakukan dengan 7 subjek yaitu 5 manusia, 1 hewan, dan 1 benda. Data pertama sampai dengan data kelima pengujian menggunakan subjek manusia dengan berat badan yang bervariasi. Kelima data tersebut menunjukkan bahwa lampu hidup secara otomatis yang menandakan bahwa sistem lampu otomatis bekerja secara baik. Berat badan data pertama sampai kelima lebih dari 15 kg dan sensor PIR dalam keadaan *HIGH*, maka lampu dapat hidup karena sistem lampu otomatis diprogram untuk menyalakan lampu apabila berat badan lebih dari 15 kg dan sensor PIR dalam keadaan *HIGH*.

Pada data nomor 6 yaitu dengan subjek kucing, lampu otomatis tidak menyala atau mati. Keadaan sensor PIR dengan subjek kucing *HIGH* yang artinya sensor PIR dapat mendeteksi kucing,

tetapi berat badan kucing kurang dari 15 kg yang menyebabkan lampu tidak menyala karena berat yang dideteksi sensor *Load Cell* tidak sesuai dengan logika pemrograman untuk menyalakan lampu.

Data terakhir nomor 7 dengan objek printer. Berat dari printer yang dideteksi sensor *Load Cell* 4,3 kg dan sensor PIR dalam keadaan *LOW* yang artinya tidak bisa mendeteksi sinar inframerah dari printer. Pendeteksian oleh kedua sensor yaitu sensor *Load Cell* dan sensor PIR menunjukkan bahwa lampu tidak dapat menyala secara otomatis karena data dari kedua sensor tidak sesuai dengan logika pemrograman untuk penyalakan lampu otomatis.

Pada keadaan pertama sampai kelima, yaitu masing-masing sensor memenuhi syarat keadaan untuk menyalakan lampu, maka mikrokontroler Arduino mengontrol *relay* untuk mengalirkan arus listrik 220 V ke lampu. Untuk memberikan pengguna lampu meja belajar melakukan kegiatan lain yang sementara meninggalkan meja belajar, maka pada program perangkat lunak diberikan *delay* dua menit untuk menghindari lampu hidup dan mati secara terus menerus. Pada masing – masing rangkaian dicatu dengan menggunakan baterai 9 V sebagai sumber tegangan.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa sistem otomatisasi lampu belajar telah berhasil dilakukan dengan menggunakan sensor PIR dan sensor *Load Cell* serta menggunakan dua mikrokontroler Arduino. Jarak maksimal pendeteksian dari sensor PIR yaitu 6 meter dengan sudut maksimal pendeteksian sebesar 70° ke kanan dan ke kiri serta tegangan keluaran saat mendeteksi dan tidak mendeteksi sinar inframerah masing-masing sebesar 3,27 V dan 0 V. Sensor *Load Cell* yang telah dirancang sangat cocok untuk menimbang data berat badan manusia agar diditeruskan ke sistem otomatisasi lampu belajar, kinerja dari sensor ini ditunjukkan dari linearitas yang tinggi dan rata-rata *error* yang rendah sekitar 0,61%. Tegangan keluaran sensor *Load Cell* bertambah besar seiring dengan bertambahnya massa objek yang diidentifikasi oleh sensor *Load Cell*. Sistem otomatisasi lampu belajar hidup sesuai dengan rancangan program perangkat lunak yaitu ketika sensor PIR mendeteksi sinar inframerah dan sensor *Load Cell* mendeteksi berat badan lebih dari 15 kg. Jika salah satu sensor atau kedua sensor tidak memenuhi syarat keadaan, maka lampu mati.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Iqbal. (2019). “Sistem Kontrol Nyala Lampu Otomatis Dengan Menggunakan Sensor Gerak Pada Ruang Belajar Berbasis Arduino”. *Skripsi*. Program Studi Teknik Elektro. Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Jaya, H., & Ramadhan, M. (2018). “Rancang Bangun Lampu Belajar Otomatis Dengan Menggunakan Sensor Ultrasonic Berbasis Arduino”. *Jurnal SAINTIKOM (Jurnal Sains Manajemen Informatika Dan Komputer)*, 17(2), hal. 206 - 210.
- Kementrian ESDM. (2011). Pemborosan Energi 80 Persen Faktor Manusia, *viewed 7 Juli 2021*, <https://www.esdm.go.id/en/media-center/news-archives/pemborosan-energi-80-persen-faktor-manusia>.
- Maharmi, B. (2018). “Analisa Konsumsi Energi Listrik Rumah Dengan Kendali Otomatis”. *SainETIn*, 2(2), hal. 37–43.
- Muljati, S., Triwinarto, A., Utami, N., & Hermina. (2016). “Gambaran Median Tinggi Badan Dan Berat Badan Menurut Kelompok Umur Pada Penduduk Indonesia Yang Sehat Berdasarkan Hasil Riskesdas 2013 (Description of Median Number of Weight and Height Classified By Age Group on Healthy Indonesian Citizens Based on Riske)”. *Penelitian Gizi Dan Makanan*, 39(2), hal. 137–144.