

Model Sistem Penerangan Toilet Berbasis Sensor Gerak Terkendali Mikrokontroler *Atmega328*

Julaiha¹, Budi Rahmani^{2*}

Program Studi Teknik Informatika, STMIK Banjarbaru
 Jl. Jend. A. Yani Km. 33,5 Loktabat, Banjarbaru, Indonesia
 *e-mail Corresponding Author: budirahmani@gmail.com

Abstrak

Energi listrik yang digunakan di sebuah instansi dan cenderung mengarah kepada pemborosan adalah hal yang serius. Salah satunya adalah di bagian toilet yang seringkali didapati pemborosan energi listrik ini karena tidak dimatikannya lampu pada saat toilet tidak digunakan. Karenanya pemborosan energi sebanding dengan jumlah biaya bulanan yang dikeluarkan oleh suatu instansi. Jika pemborosan dapat dikurangi, maka biaya ekstra yang harus dibayarpun akan dapat dikurangi pula. Penelitian ini mengembangkan algoritme yang dimulai ketika pengguna menekan *push button* untuk menyalakan lampu dan kemudian menghidupkan sensor gerak. Ketika ada pengguna masuk ke toilet dan terdeteksi adanya gerakan, maka otomatis lampu toilet akan terus dinyalakan. Namun jika setelah penekanan *push button* si pengguna tidak berada di toilet, maka dalam kurung waktu 60 detik lampu toilet akan dimatikan secara otomatis. Begitu pula jika pengguna telah keluar dari toilet maka dalam jangka waktu kurang lebih 60 detik, maka lampu toilet akan mati secara otomatis pula. Hasil pengujian menggunakan sensor gerak yang dimaksimalkan algoritmenya di sebuah toilet selama kurang lebih 2 minggu mendapati bahwa konsumsi daya listrik setelah digunakannya alat berkurang sebesar 7,08 %. Kemudian hasil pengujian perangkat menunjukkan keberhasilan deteksi sensor gerak adalah 100%.

Kata Kunci: Toilet; Otomasi; Penerangan; Listrik PLN

Abstract

Electrical energy used in an agency tends to lead to waste is a serious matter. One of them is in the toilet, which is often a waste of electrical energy because the lights are not turned off when the bathroom is not in use. Therefore, energy waste is proportional to the number of monthly costs incurred by an agency. If debris can be reduced, the extra costs that must be paid will also be reduced. This research develops an algorithm that starts when the user presses the push button to turn on the light and then turns on the motion sensor. When a user enters the toilet and motion are detected, the toilet light will automatically continue to be turned on. However, if the user is not in the bathroom after pressing the push button, then within 60 seconds, the toilet light will be turned off automatically. Likewise, if the user has left the toilet within approximately 60 seconds, the toilet light will turn off automatically. The test results using a motion sensor whose algorithm was maximized in a toilet for approximately two weeks found that electric power consumption after using the tool was reduced by 7.08%. Then the device test results show that the motion sensor detection success is 100%.

Keywords: Toilet; Automation; lighting; PLN Electricity

1. Pendahuluan

Energi listrik merupakan salah satu yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari. Hanya saja penggunaannya yang terkadang tidak efisien, berpengaruh pada biaya yang harus dikeluarkan. Sebut saja sebuah kantor yang tidak memiliki sistem pengendalian penggunaan energi listrik, maka tentu saja biaya bulanan yang dikeluarkan akan menjadi tinggi dan bahkan semakin tinggi seiring naiknya tarif dasar listrik [1][2][3].

Lebih spesifik jika diteliti lebih jauh mengenai penerangan pada suatu gedung kantor, mall, atau lainnya khususnya di bagian toilet, maka pada bagian ini memang didapati lampu yang lebih sering menyala dari pada padam. Hal ini memang sengaja untuk keperluan penggunanya. Hanya

saja, jika diperhatikan dan dihitung secara ekonomi, maka berapa banyak energi yang bisa dihemat, jika si pengguna bersedia mematikan lampu yang digunakan di toilet setelah menggunakannya [4][5]. Lain halnya dengan di mall yang penerangan toilet diatur oleh sentral atau pusat kendali penerangan. Namun hal ini pun sebenarnya juga membuat penggunaan energi listrik menjadi tidak efisien (hemat). Jika ada lima buah saja toilet dengan lampu sebesar 20 Watt yang dinyalakan terus-menerus, maka bisa dihitung berapa energi yang terbuang pada saat toilet tidak digunakan. Di salah satu Perguruan Tinggi Swasta di Banjarbaru tidak adanya efisiensi di penerangan toilet ini pun terjadi. Dalam artian bahwa hamPIR semua toilet di jam kantor dalam keadaan hidup.

Secara fisik sebenarnya lampu penerangan toilet di salah satu Perguruan Tinggi Swasta di Banjarbaru dioperasikan secara manual yaitu dengan menekan saklar On/Off. Dengan banyaknya pengguna toilet, maka lampu pada toilet dibiarkan menyala. Apabila hal tersebut terjadi dalam waktu yang lama, maka akan terjadi pemborosan penggunaan energi listrik. Hal ini secara ekonomi berdasarkan keterangan resmi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) bahwa tarif per tanggal 1 September 2020, untuk pelanggan rumah tangga daya 1.300 VA, 2.200 VA, 3.500-5.500 VA, dan 6.600 VA ke atas, tarif Rp.1.444,70/KWh. Untuk pelanggan rumah tangga 900VA tarif Rp.1.352/KWh. Untuk Pelanggan Tegangan Menengah seperti pelanggan bisnis, industri, pemerintah dengan daya >200 kVA tarif Rp. 1.114,74/KWh. Dan bagi pelanggan tegangan tinggi daya 30.000 kVa ke atas tarif Rp. 996,74/KWh [2][6][7].

Sebagai contoh bila seseorang lupa mematikan lampu penerangan 40 Watt dalam ruangan selama 5 jam, maka akan terjadi pemborosan energi listrik sebesar:

$$\begin{aligned} E &= P \times t \\ &= 40 \times 5 \\ &= 200 \text{ Wh} \\ &= 0,2 \text{ KWh} \end{aligned}$$

Jika pengguna membiarkan lampu tetap menyala pada saat toilet dalam keadaan kosong dengan waktu yang lama selama terus menerus. Di karenakan pengguna tidak menyadari bahwa lampu toilet yang digunakannya telah dimatikan atau lupa untuk tidak dimatikan, maka hal ini pun dapat membuat pemakaian listrik menjadi mubazir dan juga dapat menambah tingginya biaya tagihan pembayaran pemakaian listrik yang digunakan pada toilet tersebut [2][8].

Beberapa penelitian telah dikembangkan dalam rangka mengatasi permasalahan serupa. Penelitian [9] berhasil merancang bangun sistem lampu otomatis dengan sensor gerak, sensor suhu dan suara berbasis mikrokontroler, yang memiliki tingkat keberhasilan dalam mendeteksi suara 56,6%, deteksi gerak 90%, dan 93,3% pada sensor suhu [2][9]. Pada penelitian [10] berhasil merancang rancang bangun penerangan otomatis berdasarkan gerak tubuh manusia menggunakan pewaktu IC 555 sehingga lampu akan mati sesuai waktu yang telah diatur. Akan tetapi tidak terdapat pengatur penambahan durasi dalam perangkat sehingga lampu bisa saja mati ketika ruangan masih digunakan.

Penelitian tersebut menyisakan permasalahan diantaranya: pada sensor yang dipasang masih belum mencapai hasil deteksi 100%; penggunaan pewaktu pada perangkat penerangan menyebabkan lampu bisa saja mati ketika masih digunakan.

Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti akan melakukan penelitian lanjutan guna Membangun purwarupa sistem penerangan toilet menggunakan sensor gerak terkendali Mikrokontroler ATMega328 yang diharapkan mampu meminimalisasi pemborosan sumber daya listrik.

2. Tinjauan Pustaka

Sistem penerangan otomatis telah banyak dirancang bangun oleh penelitian-penelitian sebelumnya. Ada yang menggunakan sensor gerak sebagai sensor utamanya, ada juga yang menggunakan sensor selain sensor gerak atau PIR, semisal sensor suhu dan bahkan suara [2], [10], [11]. Misalnya pada penelitian [12] telah berhasil merancang bangun sistem lampu otomatis dengan sensor gerak, sensor suhu dan suara berbasis mikrokontroler. Pada penelitian ini sensor gerak berupa sensor infra merah (PIR) dipasang di depan pintu toilet, ketika sensor PIR mendeteksi gerakan, sensor akan mengirim sinyal ke sensor KY038 dan sensor MLX9061 yang di khususkan di dalam toilet, ketika sensor KY038 mendeteksi suara di dalam toilet dan ketika sensor MLX9061 berhasil mendeteksi suhu melebihi threshold yang ditetapkan maka sistem

memastikan bahwa ada orang di dalam toilet dan lampu akan dinyalakan. Hasil penelitian tersebut menunjukkan akurasi sistem dalam mendeteksi suara manusia sebesar 56,6%, deteksi gerakan 90%, dan 93,3% pendeteksian manusia berdasarkan sensor suhu [12].

Penelitian [10] telah berhasil merancang bangun penerangan otomatis berdasarkan gerak tubuh manusia menggunakan pewaktu IC 555. Alur proses sistem penerangan otomatis dimulai dari pembacaan cahaya oleh sensor LDR dan pembacaan manusia oleh sensor PIR. Sensor LDR dan sensor PIR pada sistem ini dihubungkan menggunakan gerbang AND. Saat kondisi ruangan gelap dan sensor PIR mendeteksi manusia dalam ruangan tersebut, maka sistem akan mengaktifkan pewaktu. Keluaran pewaktu akan memicu gate dari triac dan kemudian lampu menyala. IC 555 berfungsi sebagai pewaktu untuk mempertahankan agar lampu tetap menyala selama waktu yang telah ditentukan. Saat pin 2 terpicu, pewaktu akan aktif selama durasi waktu yang dirancang. Oleh karena itu peneliti menyarankan pada saat kondisi terang dan tidak terdeteksi adanya gerakan manusia lampu penerangan dapat langsung padam, tanpa harus menunggu pewaktu habis, dan menambahkan komponen agar dapat mengatur durasi pewaktu sesuai dengan kebutuhan [13].

Masih sistem penerangan dengan menggunakan sensor gerak sebagai sensor utamanya, maka penelitian [11] telah berhasil merancang bangun membangun lampu penerangan otomatis pada suatu ruang atau kamar. Dalam kasus ini, ketika manusia bergerak maka akan terdapat perbedaan antara temperatur yang dipancarkan tubuh manusia dengan temperatur lingkungan di sekitarnya. Perubahan temperatur ini dideteksi oleh sensor PIR. Selain sensor PIR di dalam ruangan juga terdapat sensor LDR yang akan memberikan informasi tentang intensitas cahaya di dalam ruangan. Informasi ini nantinya akan digunakan oleh mikrokontroler untuk mengambil keputusan perlu tidaknya lampu dihidupkan ketika sensor PIR telah mendeteksi kehadiran seseorang di dalam ruangan. Namun sumber listrik yang dipasang bersumber dari baterai 9 Volt, sangat disarankan dikolaborasi dengan tegangan listrik PLN untuk menghemat biaya pembelian baterai [2][7].

Penelitian [14] telah berhasil membangun purwarupa lampu otomatis berbasis Arduino Uno. Alat ini dibantu dengan sensor PIR (*passive infrared*) dan RTC (*real time clock*). Pembuktian kepekaan sensor PIR, dilakukan percobaan dengan jarak yaitu 0 meter, 0.5 meter, 1 meter, 1.5 meter, 2 meter, 2.5 meter dan 3 meter dengan sudut kemiringan 0, 30, 45, dan 60 derajat dengan sumber gerak berupa gerakan manusia. Dalam percobaan ini diperoleh data bahwa pada jarak 2,5 meter pada sudut 60 derajat PIR sudah tidak bisa menangkap sumber gerakan manusia, pada bidang datar pada sudut 60 derajat hanya mampu mendeteksi pada jarak 0 – 1,5 meter.

Penelitian [8] telah berhasil membangun kendali penerangan rumah nirkabel berbasis arduino dengan metode respon otonom. Metode Respon Otonom dapat digunakan untuk mengontrol lampu jarak jauh melalui smartphone android yang disambungkan melalui Bluetooth. Di karenakan aplikasi pada rancang bangun ini mudah digunakan menggunakan smartphone android sehingga dapat memudahkan pengguna dalam mengontrol lampu. Berdasarkan uji eksperimen dari alat dan aplikasi yang dibuat menunjukkan bahwa Bluetooth HC-05 dapat dihubungkan dengan perangkat Bluetooth smartphone secara manual atau secara otonom dan relay 1, relay 2, relay 3 dan relay 4 berhasil dihidupkan dan dimatikan dengan dikirimkan logika high dan low. Pemberitahuan koneksi Bluetooth, pengujian koneksi Bluetooth dan pengujian tombol hidupkan dan matikan lampu dapat berfungsi sesuai dengan fungsinya. Lalu waktu yang diperlukan untuk koneksi antara smartphone ke alat adalah 3 detik, antara alat dan lampu melalui perintah tombol saat dihidupkan adalah 1 detik dan antara alat dan lampu melalui perintah tombol saat dimatikan adalah 1 detik dan jarak maksimal koneksi Bluetooth yang digunakan adalah 13 meter [4].

Dari penelitian-penelitian di atas dapat diketahui bahwa menggunakan sensor gerak (PIR) cukup efektif untuk nyala hidupnya lampu. Peneliti ini membangun purwarupa sistem penerangan toilet menggunakan sensor gerak terkendali Mikrokontroler ATmega328 yang bertujuan untuk membatasi nyala lampu secara berlebihan pada keadaan toilet kosong, agar pemborosan sumber daya listrik dapat diminimalisasi. Dan menambahkan durasi waktu pada saat lampu akan padam setelah pengguna selesai menggunakan toilet tersebut untuk menghindari cepat rusaknya lampu apabila pengguna keluar masuk pada toilet.

3. Metodologi

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan yaitu penelitian eksperimen (non statistis). Artinya telah dilakukan serangkaian percobaan dengan pembandingan dari penelitian sebelumnya yang memberikan hasil deteksi suara sebesar 56,6%, deteksi gerakan 90%, dan deteksi suhu 93,3%, dengan sensor utama menggunakan sensor gerak. Jika sensor gerak mendeteksi gerakan maka sensor lain nya akan memastikan hasil deteksi sensor gerak. Jika sensor gerak gagal melakukan deteksi maka sensor yang lain tidak bekerja (off).

Penelitian ini mencoba melakukan penelitian kembali dengan membuat hipotesis bahwa pengurangan jenis dan jumlah sensor dapat menghasilkan akurasi deteksi yang lebih baik, dengan cara menganalisis penempatan komponen sensor gerak di lokasi yang diuji cobakan. untuk menghasilkan deteksi lebih tinggi

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai tanggal 7 September 2020 sampai tanggal 27 Februari 2021, yang bertempat di Kos Jalan Tunas Baru Komplek Griya Asri Abadi 1 Nomor 02, Kota Banjarbaru, Kalimantan Selatan.

3.3 Analisa Kebutuhan

Sesuai dengan rumusan masalah, tujuan dan hipotesis penelitian ini, maka beberapa komponen perangkat keras yang diperlukan pada penelitian ini meliputi:

a. *Arduino Uno*

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya [15] [16]–[18].

b. *Sensor PIR*

Sensor PIR merupakan sensor yang dapat mendeteksi pergerakan, dalam hal ini sensor PIR banyak digunakan untuk mengetahui apakah ada pergerakan manusia dalam daerah yang mampu dijangkau oleh sensor PIR [8]. Sensor ini memiliki ukuran yang kecil, murah, hanya membutuhkan daya yang kecil, dan mudah untuk digunakan. Oleh sebab itu, sensor ini banyak digunakan pada skala rumah maupun bisnis. Sensor PIR ini sendiri merupakan kependekan dari "Passive InfraRed" sensor [2][14][19].

c. *Relay*

Relay adalah suatu perangkat yang bekerja dengan sistem elektromagnetik. Relay yang bekerja dengan menggerakkan beberapa kontaktor atau suatu saklar elektronik yang dapat dikendalikan lewat rangkaian elektronik lain dan dengan memanfaatkan tenaga listrik sebagai energi sumbernya [9]. Pada penelitian ini *relay* yang digunakan adalah *relay* 4 kaki yang biasanya dipakai untuk control positif pada rangkaian kelistrikan beban tunggal [13][20][21].

d. *Push Button*

Push button switch (saklar tombol tekan) adalah perangkat / saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan unlock (tidak mengunci). Sistem kerja unlock disini berarti saklar akan bekerja sebagai device penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat tombol ditekan, dan saat tombol tidak ditekan (dilepas), maka saklar akan kembali pada kondisi normal [2].

e. *Lampu*

Lampu adalah sebuah peranti yang memproduksi cahaya. Kata "Lampu" dapat juga berarti bola lampu. Lampu pertama kali ditemukan oleh Sir Joseph William Swan [6][12].

Lampu adalah sebuah benda yang berfungsi sebagai penerang, lampu memiliki bentuk seperti botol dengan rongga yang berisi kawat kecil yang akan menyala apabila disambungkan ke aliran listrik.

f. *Kabel/Jumper*

Kabel jumper adalah kabel elektrik yang memiliki pin konektor di setiap ujungnya untuk menghubungkan dua komponen yang melibatkan Arduino tanpa memerlukan solder [2]. Kegunaan kabel jumper adalah sebagai konduktor listrik untuk menyambungkan rangkaian listrik. Biasanya kabel jumper digunakan pada breadboard atau alat prototyping lainnya agar lebih mudah untuk mengutak-atik rangkaian.

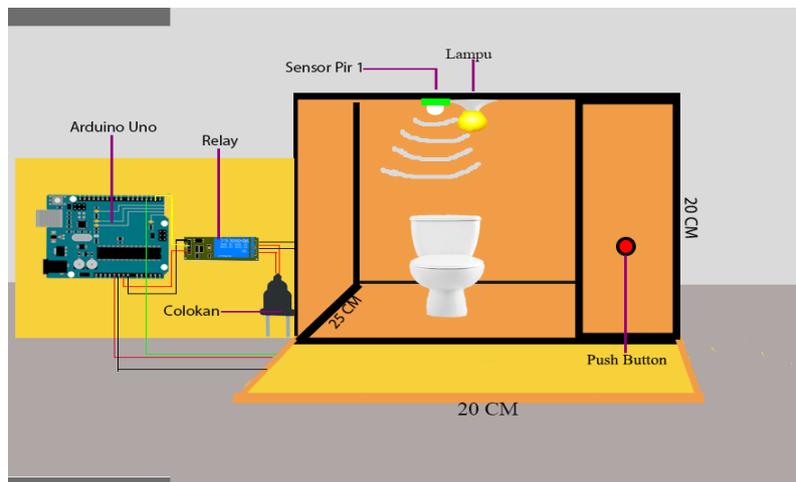
g. *Toilet*

Toilet merupakan sebagai tempat pembuangan kotoran, yaitu urin dan feses. Meskipun keberadaannya terpencil di “belakang”, toilet mempunyai peranan penting dalam penciptaan citra. Toilet bukan saja hanya sebagai tempat pembuangan kotoran namun tempat berimajinasi untuk memunculkan ide-ide kreatif. Maka toilet haruslah bersih, nyaman dan sesuai dengan standarisasi. Berikut ini adalah beberapa tipe toilet yang sering ditemui saat ini dan bisa untuk mempercantik penampilan kamar mandi Anda [2][12].

3.4 Desain Sistem

Gambar 1 menunjukkan desain dari rancangan alat yang akan di terapkan nantinya terdiri atas:

- 1) Arduino di berfungsi sebagai pengontrol utama perangkat alat.
- 2) Relay berfungsi sebagai pengontrol arus listrik on/off lampu.
- 3) Sensor gerak/PIR berfungsi sebagai perangkat yang digunakan untuk mendeteksi gerakan.
- 4) Tombol push button berfungsi sebagai tombol untuk pengontrol Arduino untuk mengaktifkan atau menonaktifkan sensor gerak dan dilakukan oleh objek (orang).
- 5) Lampu berfungsi sebagai penerangan toilet.
- 6) Ukuran kotak dengan bahan multiplek di karekanakan sensor PIR jika kotak menggunakan bahan transparan maka sensor dapat mendeteksi keluar bahan, dengan ukuran panjang 20 cm dengan lebar 25 cm dan tinggi 20 cm.



Gambar 1. Desain alat/sistem

Adapun algoritme yang dikembangkan pada program yang ada di mikrokontroler adalah:

Mulai:

- Inisialisasi port digital mikrokontroler untuk input sensor gerak*
- Inisialisasi port digital mikrokontroler untuk input push button*
- Inisialisasi port digital mikrokontroler untuk output LED indikator*

BacaTombol:

Baca kondisi push button

Jika push button tidak ditekan, kembali ke label BacaTombol

Jika push button ditekan, nyalakan lampu toilet

Lompat ke label CekSensorGerak1

CekSensorGerak1:

Baca kondisi sensor gerak

Delay selama 5 detik

Jika ada gerakan, maka tetap nyalakan lampu toilet

Lompat ke label CekSensorGerak2

CekSensorGerak2:

Baca kondisi sensor gerak

Delay selama 5 detik

Jika tidak ada gerakan, delay selama 60 detik

Lompat ke label CekSensorGerak3

CekSensorGerak3:

Baca kondisi sensor gerak

Jika tidak ada gerakan, delay selama 60 detik

Matikan lampu toilet

Kembali ke label BacaTombol

Selesai

3.5. Data dan Teknik Analisa Data

Teknik analisa data merupakan suatu sistem informasi yang utuh kedalam bagian-bagian. Pengujian sistem penerangan toilet berbasis sensor gerak terkendali mikrokontroler ATMega328 ini dianalisis dengan sebelumnya dicek dan ricek kebenarannya sesuai dengan langkah pengujian dan perolehan data. Berikutnya data hasil pengukuran tersebut diamati keunikan-keunikan yang ditemukan serta dipastikan bahwa data tersebut telah menjawab atau belum permasalahan penelitian ini.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Tampilan Keseluruhan Perangkat Alat Pada Toilet Asli



Gambar 2. Tampilan alat yang di pasang pada toilet

Gambar 2 di atas merupakan dari tampilan perangkat alat yang di pasang pada toilet aslinya dan akan menyala jika ada orang atau pengguna yang berada di bawah sensor PIR.

4.2 Tampilan Keseluruhan Perangkat Alat Pada Purwarupa



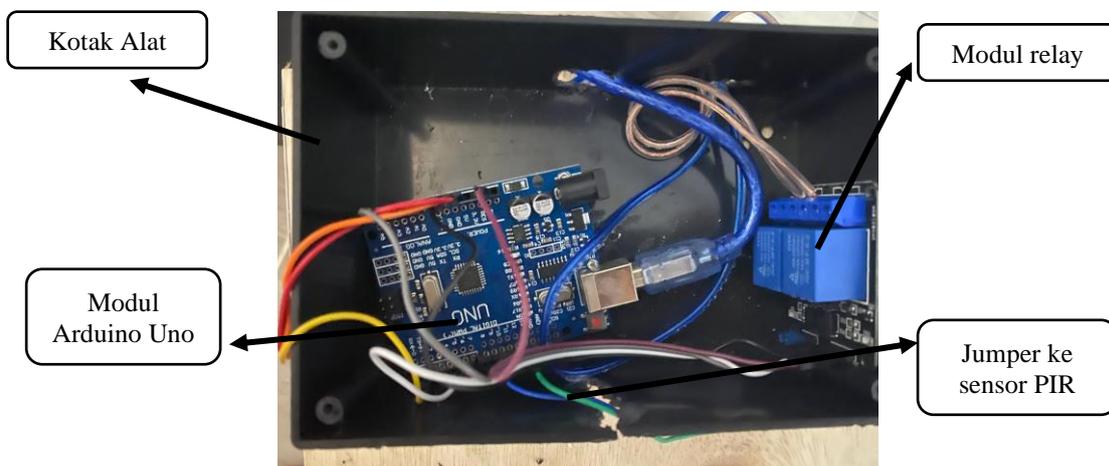
Gambar 3 Tampilan dari perangkat yang dirancang bangun

Gambar 3 di atas merupakan tampilan dari perangkat/alat yang telah dirancang bangun. Perangkat dibuat dengan bahan triplek sebagai contoh bangunan toilet yang berisi lampu dan sensor PIR atau sensor gerak, sedangkan untuk bagian depan kotak terdapat tombol *push button*. Sedangkan untuk perangkat pendukung lainnya terletak pada kotak yang berbeda terletak di atas bangunan toilet dengan bahan kotak plastik. Namun pengujian juga secara praktis dilakukan dengan memasang perangkat di sebuah toilet yang sebenarnya. Adapun cara kerja alat yang dirancang bantu adalah sebagaimana algoritme yang telah disampaikan sebelumnya.

Perangkat alat akan mulai bekerja ketika perangkat sudah mendapatkan suplay daya dari listrik DC. Kemudian sistem yang dikendalikan oleh Mikrokontroler Atmega328 akan melakukan Inisialisasi port digital mikrokontroler untuk input sensor gerak, input *push button*, dan output LED indikator. Sistem akan berada pada posisi *standby* dan menunggu perintah dari pengguna untuk menekan *push button*.

Jika *push button* tidak ditekan sistem akan tetap berada di kondisi *stanby* menunggu ditekannya *push button*. Namun jika *push button* ditekan maka lampu toilet akan dinyalakan. Kemudian akan dibaca kondisi sensor gerak selama 5 detik. Jika terdeteksi ada gerakan, maka lampu toilet akan tetap dinyalakan. Kemudian sitem akan mengecek kembali kondisi sensor gerak selama 5 detik. Jika tidak ada gerakan yang tedeteksi maka selama 60 detik sistem akan tetap menyalakan lampu toilet, dan kembali mengecek sensor gerak untuk kembali memastikan ada tidaknya gerakan yang terdeteksi. Jika tidak ada gerakan, delay selama 60 detik dengan tetap menyalakan lampu toilet dan barulah kemudian sistem akan mematikan lampu toilet. Kemudian Sistem akan kembali ke posisi membaca kondisi ditekan atau tidaknya *push button*.

4.3 Tampilan Dalam Kotak Perangkat Alat Pada Purwarupa



Gambar 4 Tampilan dari dalam kotak perangkat alat

Gambar 4 merupakan tampilan dari alat yang dimasukkan dalam kotak. Perangkat/alat terdiri atas beberapa komponen alat antara lain:

- Arduino di berfungsi sebagai pengontrol utama perangkat alat.
- Relay berfungsi sebagai pengontrol arus listrik on/off lampu.
- Tombol push button berfungsi sebagai tombol untuk pengontrol Arduino untuk mengaktifkan atau menonaktifkan sensor gerak, dan mengaktifkan atau menonaktifkan relay.

4.4 Pengujian dan Pembahasan

a. Pengujian Akurasi Jarak

Tabel 1 Tabel Pengujian Akurasi Jarak Sensor

No	Percobaan ke-	Jarak (cm)	Status Deteksi Pengukuran Jarak	Keterangan	Akurasi (%)
			Terdeteksi/ Tidak Terdeteksi		
1	1	10	Terdeteksi	Sesuai	100%.
	2	10	Terdeteksi	Sesuai	
	3	10	Terdeteksi	Sesuai	
2	1	30	Terdeteksi	Sesuai	100%.
	2	30	Terdeteksi	Sesuai	
	3	30	Terdeteksi	Sesuai	
3	1	60	Terdeteksi	Sesuai	100%.
	2	60	Terdeteksi	Sesuai	
	3	60	Terdeteksi	Sesuai	
4	1	90	Terdeteksi	Sesuai	100%.
	2	90	Terdeteksi	Sesuai	
	3	90	Terdeteksi	Sesuai	
5	1	120	Terdeteksi	Sesuai	100%.
	2	120	Terdeteksi	Sesuai	
	3	120	Terdeteksi	Sesuai	
6	1	150	Terdeteksi	Sesuai	100%.
	2	150	Terdeteksi	Sesuai	
	3	150	Terdeteksi	Sesuai	
7	1	180	Terdeteksi	Sesuai	100%.
	2	180	Terdeteksi	Sesuai	
	3	180	Terdeteksi	Sesuai	
8	1	210	Terdeteksi	Sesuai	100%.
	2	210	Terdeteksi	Sesuai	
	3	210	Terdeteksi	Sesuai	

Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian jarak di atas merupakan pengujian akurasi jarak sensor gerak yang telah di lakukan secara langsung pada sebuah toilet dari jarak 10 cm sampai dengan 210 cm terhadap orang yang ada di sekitar sensor yang dipasang di toilet. Hasil pengujian mendapatkan akurasi terdeteksi sebesar 100%. Indikasi jika terdeteksi oleh sensor PIR maka lampu toilet akan menyala sedangkan jika sensor tidak mendeteksi gerakan maka lampu akan mati. Di karenakan pengujian dilakukan pada toilet dengan ukuran 2x2 meter dengan tinggi ruangan toilet 2,1 meter sehingga jarak maksimal yang dapat terdeteksi sensor PIR yang terpasang di atas dalam toilet adalah 210 cm.

$$\text{Rumus dari perhitungan nilai akurasi} = \frac{\text{Total Status Deteksi}}{\text{Total Keterangan Sesuai}} \times 100$$

b. Pengujian Akurasi Sudut Sensor

Tabel 2. Menunjukkan hasil pengujian sudut di atas merupakan pengujian akurasi sudut sensor gerak yang telah di lakukan dari sudut 30 derajat sampai dengan 90 derajat dengan hasilnya terdeteksi dengan tingkat keakurasian 100%. Indikasi jika terdeteksi oleh sensor PIR

maka lampu toilet akan menyala sedangkan jika sensor tidak mendeteksi gerakan maka lampu akan mati.

$$\text{Rumus dari perhitungan nilai akurasi} = \frac{\text{Total Status Deteksi}}{\text{Total Keterangan Sesuai}} \times 100$$

Tabel 2. Tabel Pengujian Akurasi Sudut Sensor

No	Percobaan ke-	Sudut Sensor PIR	Status Deteksi Pengukuran Jarak	Keterangan	Akurasi (%)
			Terdeteksi/ Tidak Terdeteksi		
1	1	30°	Terdeteksi	Sesuai	100%
	2	30°	Terdeteksi	Sesuai	
	3	30°	Terdeteksi	Sesuai	
2	1	40°	Terdeteksi	Sesuai	100%
	2	40°	Terdeteksi	Sesuai	
	3	40°	Terdeteksi	Sesuai	
3	1	50°	Terdeteksi	Sesuai	100%
	2	50°	Terdeteksi	Sesuai	
	3	50°	Terdeteksi	Sesuai	
4	1	60°	Terdeteksi	Sesuai	100%
	2	60°	Terdeteksi	Sesuai	
	3	60°	Terdeteksi	Sesuai	
5	1	70°	Terdeteksi	Sesuai	100%
	2	70°	Terdeteksi	Sesuai	
	3	70°	Terdeteksi	Sesuai	
6	1	80°	Terdeteksi	Sesuai	100%
	2	80°	Terdeteksi	Sesuai	
	3	80°	Terdeteksi	Sesuai	
7	1	90°	Terdeteksi	Sesuai	100%
	2	90°	Terdeteksi	Sesuai	
	3	90°	Terdeteksi	Sesuai	

c. Pengujian Selang Waktu Sensor

Teknik pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan sensor PIR dengan ketika adanya orang didalam toilet dan ketika orang telah keluar dari toilet.

Tabel 3. Tabel Pengujian Selang Waktu Sensor

No	Percobaan ke-	Sensor PIR	Proses	Hasil Pengujian (detik)	Keadaan Lampu
1	1	Terdeteksi Gerakan	Memastikan ada gerakan	04.26 detik	Menyala
	2			05.78 detik	
	3			05.33 detik	
	4			05.33 detik	
	5			05.27 detik	
2	1	Tidak Terdeteksi Gerakan	Memastikan tidak ada gerakan	42.39 detik	Mati
	2			48.90 detik	
	3			54.10 detik	
	4			48.72 detik	
	5			52.76 detik	

Tabel 3. menunjukkan hasil pengujian sudut di atas merupakan pengujian selang waktu sensor PIR yang telah di lakukan percobaan 5 kali tentang adanya gerakan dan tidak adanya gerakan di bawah sensor PIR, dengan hasil yang di dapatkan jika sensor PIR mendeteksi gerakan dengan waktu kurang lebih 5 detik maka lampu akan menyala, jika sensor PIR tidak mendeteksi gerakan selama kurang lebih 50 detik maka lampu akan mati.

d. *Pengujian Kondisi Dalam Toilet*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kondisi didalam toilet jika terdapat adanya orang yang bergerak sedikit dan adanya orang yang diam tidak bergerak apakah lampu menyala atau akan mati dengan waktu selama 2 menit.

Tabel 4. Pengujian Kondisi Dalam Toilet

No.	Kondisi DiDalam Toilet	Waktu Didalam Toilet	Keadaan Lampu
1	Orang Yang Bergerak Sedikit	2 menit	Lampu Menyala
2	Orang Yang Diam Tidak Bergerak	2 menit	Lampu Mati

Tabel 4. di atas menunjukkan hasil pengujian terhadap kondisi di dalam toilet dengan waktu masing-masing selama 2 menit jika adanya orang yang bergerak walaupun cuma sedikit maka sensor akan tetap mendeteksi dan lampu akan tetap menyala. Sedangkan jika adanya orang yang diam selama lebih dari 60 detik didalam toilet maka sensor tidak akan mendeteksi adanya orang tersebut dan lampu akan mati.

e. *Pengujian Lampu Tanpa Alat*

Tabel 5. menunjukkan hasil pengujian lampu tanpa alat di atas merupakan pengujian yang dilakukan selama satu minggu, dimana dilakukan pengecekan jumlah KWh yg berkurang setiap harinya, yang di hitung dari jam 10 pagi total KWhnya berapa dan di kurang total KWh jam 10 pagi keesokan harinya, maka akan didapatkan jumlah KWh yang berkurang satu harinya. dari kesimpulan tabel di atas maka diperoleh hasil KWh yang berkurang selama satu minggu tanpa menggunakan alat sensor ialah 44,19 KWh. Untuk perhitungan jumlah Kwh ini dilakukan untuk pada daya listrik 900 Whatt adalah $1 \text{ Kwh} = \text{Rp } 1.352 \times \text{Jumlah Total Kwh} = 1.352 \times 44,19 = \text{Rp } 59.744 / \text{minggu}$. Sedangkan untuk perhitungan perbulannya adalah $\text{Rp } 59.744 \times 4 \text{ minggu} = \text{Rp } 238.976$, maka untuk biaya listrik yang di perlukan selama 1 bulan untuk toilet yang menggunakan alat sebesar Rp 238.976.

Tabel 5. Pengujian Lampu Tanpa Alat

No	Tanggal	KWh awal	KWh Akhir	Total KWh
1	31-Mar-20	14,08	7,33	6,75
2	01-Apr-20	7,33	1,38	5,95
3	02-Apr-20	131,1	126	5,1
4	03-Apr-20	126	118,27	7,73
5	04-Apr-20	118,27	112,61	5,66
6	05-Apr-20	112,61	105,44	7,17
7	06-Apr-20	105,44	99,61	5,83
Total KWh yang digunakan 1 Minggu				44,19

f. *Pengujian Lampu Dengan Alat*

Tabel 6. menunjukkan hasil pengujian lampu dengan alat di atas dan pengujian dilakukan selama satu minggu. Disini dilakukan pengecekan jumlah KWh yg berkurang setiap harinya, yang di hitung dari jam 10 pagi total KWhnya berapa dan di kurang total KWh jam 10 pagi keesokan harinya, maka akan didapatkan jumlah KWh yang berkurang satu harinya. dari kesimpulan tabel di atas maka diperoleh hasil KWh yang berkurang selama satu minggu dengan menggunakan alat sensor ialah 41,06 KWh. Untuk perhitungan perhitugan jumlah Kwh ini dilakukan untuk pada daya listrik 900 Whatt adalah $1 \text{ Kwh} = \text{Rp } 1.352 \times \text{Jumlah Total Kwh} = 1.352 \times 41,06 = \text{Rp } 55.513 / \text{minggu}$. Sedangkan untuk perhitungan perbulannya adalah $\text{Rp } 55.513 \times 4 \text{ minggu} = \text{Rp } 222.052$, maka untuk biaya listrik yang di perlukan selama 1 bulan untuk toilet yang menggunakan alat sebesar Rp 222.052.

Tabel 6. Pengujian Lampu Dengan Alat

No	Tanggal	KWh awal	KWh Akhir	Total KWh
1	08-Apr-20	99,61	94,44	5,17
2	09-Apr-20	94,44	88,78	5,66
3	10-Apr-20	88,78	83	5,78
4	11-Apr-20	83	76,24	6,76
5	12-Apr-20	76,24	70,28	5,96
6	13-Apr-20	70,28	63,68	6,6
7	14-Apr-20	63,68	58,55	5,13
Total KWh yang digunakan 1 Minggu				41,06

5. Simpulan

Purwarupa dari sistem penerangan toilet berbasis sensor gerak yang dibangun telah berfungsi sesuai dengan algoritme yang dikembangkan. Pengguna dapat memberi perintah menyalakan lampu dengan menekan tombol/*push button* terlebih dahulu. Berdasarkan penekanan pertama itu kemudian sensor gerak *on*. Ketika ada pengguna masuk kedalam ruangan toilet dan sensor gerak mendeteksi adanya gerakan pengguna sehingga secara otomatis lampu toilet akan terus dinyalakan atau menyala. Namun jika setelah menekan tombol/*push button* sipengguna tidak berada di dalam toilet, maka dalam kurung waktu 60 detik lampu toilet akan mati secara otomatis. Begitu pula jika pengguna telah keluar dari toilet maka dalam jangka waktu kurang lebih 50 detik maka lampu toilet akan mati secara otomatis pula.

Hasil pengujian perangkat ini di sebuah toilet selama kurang lebih 2 minggu didapatkan bahwa konsumsi daya listrik yang digunakan tanpa perangkat alat ini adalah 44,19 KWh dengan biaya pemakaian selama 1 bulan sebesar Rp 238.976. Sedangkan konsumsi daya listrik dengan perangkat alat ini adalah 41,06 KWh dengan biaya pemakaian selama 1 bulan sebesar Rp 222.052. Artinya dengan adanya perangkat ini telah terjadi penurunan konsumsi daya listrik, atau dengan kata lain penggunaan perangkat ini dapat menghemat konsumsi daya listrik. Persentasi penghematan yang didapatkan adalah kurang lebih 7,08 % lebih hemat dari sebelum menggunakan alat.

Penelitian ini juga telah membuktikan bahwa dengan hanya menggunakan sensor gerak yang dimaksimalkan dari sisi algoritmenya, dapat mengurangi penggunaan berbagai jenis sensor dengan tujuan otomasi yang sama. Hal ini dapat dilihat dari hasil pengujian yang persentasi keberhasilan deteksinya adalah kurang lebih 100%

Daftar Referensi

- [1] F. Astuti, "Engaruh Biaya Langsung Dan Biaya Tidak Langsung Terhadap Biaya Produksi Pada Pt Perkebunan Nusantara Iv (Persero) Unit Usaha Adolina Serdang Bedagai," Universitas Medan Area, 2018.
- [2] Julaiha, "Sistem Penerangan Toilet Berbasis Sensor Gerak Terkendali Mikrokontroler Atmega328," Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Dan Komputer (STMIK) BANJARBARU, 2020.
- [3] A. O. Prasiska, "Model Kontrol Penerangan Bangunan Berbasis Komunikasi Nirkabel Wifi," Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Dan Komputer (Stmik) Banjarbaru, 2021.
- [4] T. Maulida and B. Rahmani, "Rancang Bangun Alat Kendali Penerangan Rumah Tinggal Berbasis Arduino Uno Dan Jalur Komunikasi Nirkabel Menggunakan Metode Respon Otonom," STMIK Banjarbaru, 2020.
- [5] S. Tinggi, M. Informatika, D. A. N. Komputer, and A. Yogyakarta, "Sistem Pengendali Peralatan Rumah Tangga," STMIK AKAKOM Yogyakarta, 2017.
- [6] A. O. Prasiska, "Model Kontrol Penerangan Bangunan Berbasis," STMIK Banjarbaru, 2021.
- [7] N. N. Adi Sanjaya and M. Murna, "Rancang Bangun Sistem Lampu Penerangan Otomatis Menggunakan Sensor Light Dependent Resistor (Ldr) Untuk Menciptakan Konsep Kampus Hemat Energi (Studi Kasus :Universitas Dhyana Pura Bali)," *Indones. Phys. Rev.*, vol. 2, no. 2, p. 57, 2019, doi: 10.29303/ipr.v2i2.21.
- [8] T. Maulida and B. Rahmani, "Model Kendali Penerangan Rumah Nirkabel Berbasis Arduino dengan Metode Respon Otonom," *Progresif J. Ilm. Komput.*, vol. 16, no. 2, pp.

- 21–30, 2020, [Online]. Available: <http://ojs.stmik-banjarbaru.ac.id/index.php/progresif/article/view/506/384>.
- [9] D. A. O. Turang, "Pengembangan Sistem Relay Pengendalian dan Penghematan Pemakaian Lampu Berbasis Mobile," *Tek. Infomatika*, vol. 3005, no. November, pp. 73–83, 2015.
- [10] A. S. Lamtari, Syaifurrahman, and D. Suryadi, "Rancang Bangun Penerangan Otomatis Berdasarkan Gerak Tubuh Manusia," *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2017.
- [11] Sutono, "Perancangan sistem aplikasi otomatisasi lampu penerangan menggunakan sensor gerak dan sensor cahaya berbasis arduino uno (atmega 328)," *Maj. Ilm. UNIKOM*, vol. 12, no. 2, pp. 223–232, 2015, doi: 10.34010/miu.v12i2.25.
- [12] M. P. Lukman, . J., and Y. F. Y. Rieuwpassa, "Sistem Lampu Otomatis Dengan Sensor Gerak, Sensor Suhu Dan Sensor Suara Berbasis Mikrokontroler," *J. Resist. (Rekayasa Sist. Komputer)*, vol. 1, no. 2, pp. 100–108, 2018, doi: 10.31598/jurnalresistor.v1i2.305.
- [13] A. Susanto, "Rancang Bangun Aplikasi Android Untuk Kontrol Lampu Gedung Menggunakan Media Bluetooth Berbasis Arduino Uno," *J. Tek.*, vol. 8, no. 1, pp. 92–99, 2018, doi: 10.31000/jt.v8i1.1594.
- [14] N. Nabilah *et al.*, "Pembuatan Prototipe Lampu Otomatis Untuk Penghematan Energi Berbasis Arduino Uno Di Departemen Fisika Fmipa Ipb," in *Prosiding Seminar Nasional Fisika 2016*, 2016, vol. V, pp. SNF2016-CIP-73-SNF2016-CIP-78, doi: 10.21009/0305020115.
- [15] D. Artanto, *Interaksi Arduino dan LabVIEW*, 1st ed. Jakarta: Elex Media Komputindo, 2019.
- [16] R. A. Sowah *et al.*, "Design of a Secure Wireless Home Automation System with an Open Home Automation Bus (OpenHAB 2) Framework," *J. Sensors*, vol. 2020, pp. 1–22, 2020, doi: 10.1155/2020/8868602.
- [17] B. Rahmani, H. Aprilianto, P. T. Informatika, and S. Banjarbaru, "Model Kendali Multi Kontroler untuk Robot Humanoid dengan 19 Derajat Kebebasan," in *Seminar Nasional KNS&1 STIKOM Bali*, 2015, pp. 9–10.
- [18] Rahman and M. Ruslan, "Model Sistem Silent Alarm Berbasis Passive Infrared Sensor," *Progresif J. Ilm. Komput.*, vol. 15, no. 2, pp. 97–102, 2019.
- [19] A. Husna, H. T. Hidayat, and Mursyidah, "Penerapan IoT Pada Sistem Otomatisasi Lampu Penerangan Ruangan Dengan Sensor Gerak Dan Sensor Cahaya Menggunakan Android," *J. Teknol. Rekayasa Inf. dan Komput.*, vol. 3, no. 1, pp. 10–16, 2019.
- [20] M. Muslihudin, W. Renvilia, Taufiq, A. Andoyo, and F. Susanto, "Implementasi Aplikasi Rumah Pintar Berbasis Android Dengan Arduino Microcontroller," *J. Keteknikan dan Sains*, vol. 1, no. 1, pp. 23–31, 2018.
- [21] G. Otomo and Wildian, "Perancangan Dimer Lampu Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler Pada Penerangan Dalam Ruangan," *J. Fis. UNAND*, vol. 2, no. 4, pp. 255–261, 2013, doi: 10.12777/transmisi.15.4.186-190.