



Rancang Bangun Sistem Toilet Pintar Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno

Fajar Abdurrozzaq¹, Dodi Yudo Setyawan ^{*2}, Zaidir Jamal, Lia Rosmalia²

^{1,2,3,4}Jurusan Sistem Komputer, IIB Darmajaya, Bandar Lampung, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: 2011060022.2011060022@mail.darmajaya.ac.id

Abstrak

Dengan pendekatan yang holistik terhadap masalah yang dihadapi lansia di toilet, penelitian ini tidak hanya menghadirkan inovasi teknologi, tetapi juga menyoroti pentingnya memperhatikan kebutuhan khusus masyarakat lansia dalam merancang infrastruktur sanitasi yang lebih baik dan lebih inklusif. Penelitian ini mengembangkan sistem toilet pintar berbasis Arduino Uno untuk meningkatkan kebersihan, kenyamanan, dan keamanan pengguna, terutama lansia. Sistem ini mengintegrasikan sensor PIR untuk mengaktifkan lampu dan exhaust otomatis, serta sensor ultrasonik HC-SR04 untuk sistem penyiraman otomatis. Metode penelitian meliputi studi literatur komprehensif dan pengembangan prototipe. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali, menunjukkan bahwa setelah fase stabilisasi awal, sistem bekerja responsif dan stabil. Lampu dan exhaust menyala terus selama mendeteksi gerakan, dengan waktu tunggu 5 detik setelah tidak ada gerakan. Solenoid valve mengalirkan air selama 8 detik ketika objek terdeteksi pada jarak 12 cm. Kesimpulannya, sistem berhasil mengotomatisasi fungsi toilet dengan sedikit delay pada awal pengaktifan, namun kemudian beroperasi secara harmonis dan sesuai kinerja yang diharapkan.

Kata kunci: Otomasi, toilet pintar, kenyamanan, lansia, Sensor PIR, Sensor Ultrasonik HC-SR04

Abstract

With a holistic approach to the challenges faced by the elderly in toilets, this research not only presents technological innovation but also highlights the importance of addressing the specific needs of the elderly population in designing better and more inclusive sanitation infrastructure. This study develops an Arduino Uno-based smart toilet system to enhance cleanliness, comfort, and safety for users, especially the elderly. The system integrates a PIR sensor to activate lights and exhaust automatically, as well as an HC-SR04 ultrasonic sensor for an automatic flushing system. The research methodology includes a comprehensive literature review and prototype development. Testing was conducted five times, demonstrating that after an initial stabilization phase, the system works responsively and stably. Lights and exhaust remain on while motion is detected, with a 5-second wait time after no movement is sensed. The solenoid valve releases water for 8 seconds when an object is detected at a distance of 12 cm. In

conclusion, the system successfully automates toilet functions with a slight delay during initial activation but subsequently operates harmoniously and according to expected performance.

Keywords: Automation, smart toilet, comfort, elderly, PIR Sensor, Ultrasonic Sensor HC-SR04

1. PENDAHULUAN

Toilet merupakan infrastruktur sanitasi yang sangat vital bagi kesehatan dan kenyamanan manusia. Toilet sangat berhubungan langsung dengan kebutuhan orang-orang akan sanitasi. Toilet yang bersih dan nyaman dapat berpengaruh kepada kepuasan pengguna. Dalam beberapa dekade terakhir, kesadaran akan pentingnya kebersihan dan kesehatan.

Penelitian ini dipicu oleh pemahaman mendalam akan kesulitan yang dihadapi oleh lansia ketika menggunakan toilet, dengan tujuan utama untuk meningkatkan kenyamanan dan keamanan mereka. Fokus utama penelitian adalah pada aspek kesehatan, kebersihan, dan keamanan pengguna, terutama pada kelompok lansia yang rentan terhadap risiko kecelakaan atau masalah kesehatan[1].

Dengan pendekatan yang holistik terhadap masalah tersebut, penelitian ini tidak hanya menghadirkan inovasi teknologi, tetapi juga menyoroti pentingnya memperhatikan kebutuhan khusus masyarakat lansia dalam merancang infrastruktur sanitasi yang lebih baik dan lebih inklusif.

Dengan merancang sistem siram otomatis ultrasonic aktif di saluran air maka arduino akan mengirimkan perintah ke motor servo lalu mengangkat palang pintu secara otomatis pada saluran air tersebut[2]. Dengan bantuan sensor ini, toilet mengenali keberadaan pengguna dan memberikan respon otomatis berupa penyiraman air setelah menggunakan toilet. Penggunaan sensor ultrasonik pada toilet pintar tidak hanya meningkatkan efisiensi penggunaan air, tetapi juga mengurangi kontak fisik dengan permukaan toilet, yang pada akhirnya dapat mengurangi risiko penularan penyakit.

Sensor *Passive Infra Red* (PIR) merupakan bagian penting dalam perancangan toilet pintar berbasis Arduino Uno. Sensor ini digunakan untuk mendeteksi pergerakan atau keberadaan manusia di dalam toilet[3]. Dengan menggunakan sensor PIR, sistem penerangan dan sirkulasi udara kamar mandi dapat diprogram untuk menyala secara otomatis ketika ada aktivitas manusia dan mati ketika kamar mandi tidak digunakan[4]. Hal ini tidak hanya meningkatkan kenyamanan dan kesehatan pengguna, namun juga mengoptimalkan konsumsi energi.

Penggunaan teknologi mikrokontroler Arduino Uno sebagai otak dari toilet pintar sederhana dan mudah untuk dikembangkan [5]. Arduino Uno menyediakan lingkungan pemrograman yang terbuka dan mudah dipahami, memungkinkan pengembang untuk menyesuaikan sistem kamar mandi pintar sesuai dengan kebutuhan spesifik pengguna. Oleh karena itu, toilet pintar Arduino Uno dapat disesuaikan dengan kondisi dan kebutuhan lingkungan.

Dengan integrasi sensor-sensor cerdas dan teknologi mikrokontroler Arduino Uno[6], rancang bangun toilet pintar menjadi solusi yang menjanjikan dalam meningkatkan kenyamanan dan kebersihan lingkungan toilet. Toilet pintar ini tidak hanya mengoptimalkan penggunaan sumber daya dan energi, tetapi juga mengurangi risiko penularan penyakit melalui interaksi fisik dengan permukaan toilet[7]. Oleh karena itu, penelitian dan pengembangan lebih lanjut dalam

bidang ini menjadi sangat penting dalam meningkatkan standar sanitasi dan kesehatan masyarakat secara keseluruhan.

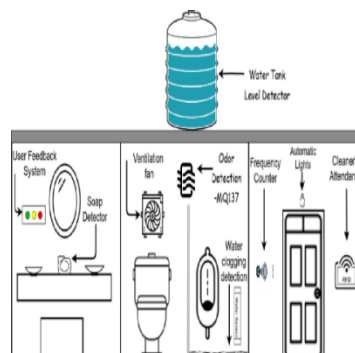
Berdasarkan hal tersebut, dibutuhkan sebuah alat berupa sistem pintar, dengan memanfaatkan teknologi Mikrokontroler Arduino Uno, sensor PIR serta sensor Ultrasonic maka akan dibuat “*Rancang Bangun Sistem Toilet Pintar Berbasis Mikrokontroler Arduino uno*”

Didalam sistem ini menggunakan sensor PIR akan mendeteksi keberadaan pengguna di dalam toilet sehingga mengaktifkan lampu secara otomatis dan menyalakan kipas exhaust secara otomatis, dan sensor Ultrasonic sebagai pendeteksi keberadaan objek pengguna yang akan digunakan sebagai input yang akan mengaktifkan Solenoid valve sebagai aktuator yang akan membuka sistem penyiraman pada *water closet*.

A. Smart Toilet

Smart toilet merupakan inovasi modern di bidang teknologi kamar mandi yang mengkombinasikan berbagai fitur canggih untuk meningkatkan kenyamanan, kebersihan, dan efisiensi penggunaan toilet. Dilengkapi dengan fitur seperti pengontrol pencuci otomatis, pengering udara, pemanas kursi, serta sistem lampu, kipas angin, dan siram air yang otomatis, smart toilet memungkinkan pengalaman mandi yang lebih modern dan inovatif[8].

Dengan kemampuan otomasi yang terintegrasi, toilet pintar dapat mendeteksi kehadiran pengguna dan mengaktifkan atau menonaktifkan berbagai fitur sesuai kebutuhan. Integrasi dengan sistem smart home memungkinkan pengguna untuk mengontrol dan mengotomatiskan fitur-fitur toilet menggunakan perangkat pintar lainnya, seperti smartphone atau speaker pintar, sehingga meningkatkan kenyamanan dan efisiensi dalam penggunaan toilet sehari-hari.



Gambar 2. 1 Smart Toilet Concept

B. Fitur-Fitur Penting Dalam Smart toilet Untuk Lansia

1. Lampu Otomatis memungkinkan lansia untuk mengakses toilet dengan lebih mudah dan aman, terutama pada malam hari atau dalam kondisi pencahayaan yang minim. Fitur ini membantu mengurangi risiko kecelakaan atau cedera karena langkah yang tidak terlihat atau kesulitan mencari saklar lampu dalam kegelapan.

2. Kipas Exhaust Otomatis. Kipas exhaust otomatis membantu menjaga udara di dalam toilet tetap segar dan nyaman bagi lansia. Fitur ini membantu mengurangi risiko kelembaban yang berlebihan atau masalah dengan bau yang tidak diinginkan, yang dapat mengganggu kenyamanan pengguna toilet[9].

3. Sistem Siram Otomatis. Sistem siram otomatis memungkinkan lansia untuk menggunakan toilet dengan lebih mandiri. Mereka tidak perlu bergantung pada bantuan orang lain untuk mengaktifkan atau mematikan fitur-fitur penting seperti sistem siram. Hal ini meningkatkan rasa independensi dan kepercayaan diri mereka dalam penggunaan toilet sehari-hari.

Dengan memasukkan fitur-fitur ini dalam desain smart toilet, dapat memenuhi berbagai kebutuhan khusus lansia, seperti aksesibilitas, kenyamanan, kemandirian, dan keamanan, serta membantu meningkatkan kualitas hidup mereka dalam penggunaan toilet sehari-hari.

C. Sensor PIR

Sensor PIR (*Passive Infrared Sensor*) merupakan perangkat elektronik yang mendeteksi gerakan berdasarkan perubahan suhu yang dihasilkan oleh objek yang bergerak di area pendeteksian. Prinsip kerjanya didasarkan pada pengukuran radiasi inframerah yang dipancarkan oleh objek tersebut. Konstruksi fisiknya mencakup lensa Fresnel, bahan penerima infrared, dan filter pyroelectric yang mengubah perubahan suhu menjadi sinyal listrik. Pengaturan sensitivitas dan jangkauan deteksi memungkinkan penyesuaian responsivitas sensor terhadap gerakan dan area yang dapat dideteksi. Sensor PIR dapat mendeteksi gerakan pada jangkauan jarak 1 sampai 5 meter.[4]

Tabel 2. 1 Datasheet Sensor PIR

Parameter	Nilai
Tegangan Operasi	5V DC - 20V DC
Konsumsi Daya	< 60uA
Jarak Deteksi	3 meter - 7 meter (dapat diatur)
Sudut Deteksi	110°
Waktu Tunda	5 detik - 5 menit (dapat diatur)
Ukuran Modul	32mm x 24mm x 25mm
Suhu Operasi	-15°C hingga +70°C
Level Output	High (3.3V) / Low (0V)
Waktu Pemanasan	Sekitar 1 menit



Gambar 2. 2 Sensor PIR

(Sumber <https://abudawud.wordpress.com/2018/06/02/mengenal-sensor-pir-passive-infrared/>)

D. Sensor Ultrasonic

Sensor ultrasonik HC-SR04 adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengukur jarak antara sensor dan objek di depannya dengan menggunakan gelombang ultrasonik[10]. Prinsip kerjanya didasarkan pada waktu yang diperlukan oleh gelombang ultrasonik untuk memantul dari objek yang terdeteksi kembali ke sensor setelah dipancarkan. Sensor ini terdiri dari dua komponen utama pemancar ultrasonik dan penerima ultrasonik. Pemancar menghasilkan gelombang ultrasonik, sementara penerima menerima gelombang yang dipantulkan[11]. Sensor mengukur waktu yang dibutuhkan oleh gelombang ultrasonik untuk melakukan perjalanan bolak-balik antara sensor dan objek, dan menggunakan informasi tersebut untuk menghitung jarak objek dari sensor berdasarkan kecepatan suara dalam udara.

Tabel 2. 2 Datasheet Sensor Ultrasonic HC-SR04

Parameter	Nilai
Tegangan Operasi	5V DC
Arus Operasi	15mA
Frekuensi Ultrasonik	40 kHz
Jarak Pengukuran	2 cm - 400 cm
Akurasi	± 3 mm
Sudut Deteksi	$< 15^\circ$
Waktu Respons	20 ms
Dimensi Modul	45mm x 20mm x 15mm
Suhu Operasi	-15°C hingga +70°C
Berat	9gram



Gambar 2. 3 Sensor Ultrasonic HC-SR04

2. METODE PENELITIAN

Peneliti menerapkan pendekatan komprehensif dalam mengumpulkan data untuk studi ini. Mereka memanfaatkan beragam sumber informasi, termasuk literatur cetak, publikasi akademis, dan sumber digital yang berfokus pada pengembangan sistem toilet cerdas berbasis Arduino Uno. Proses pengumpulan data melibatkan tinjauan mendalam terhadap sumber-sumber tersebut, yang bertujuan untuk memperkuat landasan penelitian dalam perancangan dan implementasi toilet pintar menggunakan teknologi Arduino Uno. Metode ini memungkinkan peneliti untuk mengintegrasikan pengetahuan terkini dan praktik terbaik dalam bidang ini ke dalam proyek penelitian sebelumnya.

3 Alat dan Bahan .

1) Alat

Sebelum membuat *prototype* rancang bangun sistem toilet pintar berbasis Arduino Uno. Maka ada beberapa alat dan bahan yang harus dipersiapkan. Daftar peralatan yang digunakan dalam penelitian ini ditulis pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Tabel alat yang digunakan

No	Nama Alat	Spesifikasi	Fungsi	Jumlah
1	Komputer/ laptop	Window 7-11 32/64bit	Untuk membuat sebuah aplikasi yang akan dipakai di perangkat keras dan perangkat lunak.	1 unit
2	Multitester	Analog/ Digital	Digunakan untuk mengukur tegangan (ACV-DCV), dan kuat arus (mA- μ A).	1 buah
3	Obeng	Obeng (+) dan	Untuk merangkai alat.	1 buah

		(-)		
4	Solder	-	Untuk menempelkan timah ke komponen.	1 buah
5	Bor pcb	-	Untuk membuat lobang baut atau komponen.	1 buah
6	Tang Potong	-	Untuk memotong kabel dan kaki komponen.	1 buah

2) Bahan

Sebelum merancang rancang bangun sistem toilet pintar berbasis Arduino Uno, beberapa bahan yang perlu disiapkan. Daftar bahan yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3.2. berikut ini

Tabel 3. 2 Tabel Bahan yang digunakan

No	Nama Bahan	Spesifikasi	Fungsi	Jumlah
1	Arduino uno R3	ATmega328P	Sebagai tempat proses perintah yang akan dijalankan.	1 unit
2	Sensor PIR	HC-SR501	Digunakan sebagai inputan deteksi gerak lampu dan exhaust fan	1 unit
3	Sensor Ultrasonic	HC-SR04	Digunakan sebagai pembaca objek untuk sistem siram otomatis	1 meter
4	PCB	Bolong	Digunakan sebagai papan sirkuit	1 buah
5	Timah	-	Digunakan sebagai perekat rangkaian	1 Gulung
6	Kabel Power	-	Digunakan sebagai penghantar arus listrik	2 Buah
7	<i>Jumper</i>	-	Digunakan sebagai penghubung/menjumper seluruh komponen.	Secukupnya

8	<i>Solenoid Valve</i>	12V ½ inch	Digunakan sebagai buka tutup air sistem siram	1 Buah
9	Relay	Relay 1 chanel 5V	Digunakan untuk mengendalikan daya listrik yang akan diteruskan ke led,fan,solenoid valve	2 buah
10	Kabel Jst	3pin & 4pin	Digunakan untuk socket relay dan sensor-sensor	8 buah
11	Papan Acrylic	3mm, 30x30cm	Digunakan untuk case dan prototyping ruangan toilet	4 buah

3) Software

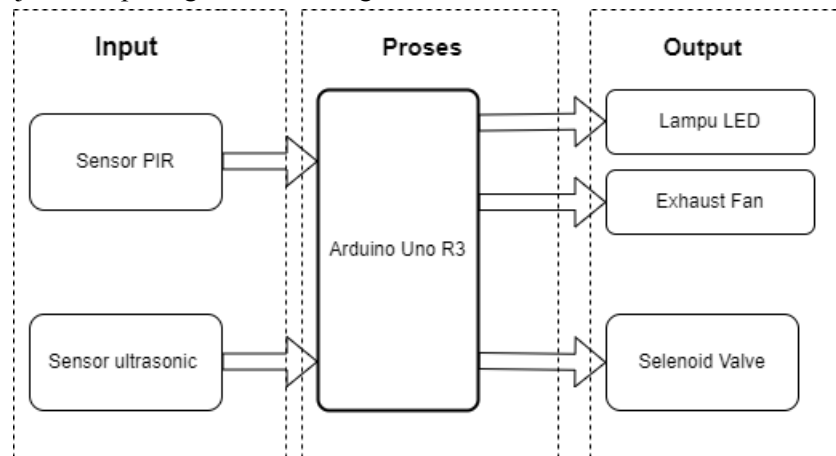
Sebelum merancang rangkaian sistem toilet pintar berbasis Arduino Uno, beberapa software perlu disiapkan. Daftar software yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Tabel software yang dibutuhkan

No	Nama	Spesifikasi	Fungsi
1	Arduino IDE	Arduino 1.8.13	Membuat program yang akan di <i>upload</i> ke perangkat Arduino
2	Fritzing	Beta	Merancang rangkaian dan menguji kode program yang akan digunakan dalam membuat alat
4	Wokwi	Wokwi.com	Membuat simulasi rangkaian dan melihat program berjalan dengan benar

4 Perancangan Sistem(Hardware dan Software)

Pada perancangan alat toilet pintar berbasis Arduino Uno menggunakan Arduino Uno R3 dijelaskan pada gambar 3.2 diagram blok dibawah ini.



Gambar 3.1 Diagram Blok

Diagram Blok diatas merupakan sistem kerja komponen pada alat dimana pada dimulai ketika Arduino Uno R3 yang menjadi pusat kontroler dihidupkan, lalu Ketika sensor PIR mendeteksi gerakan di dalam kamar toilet, sinyal akan diteruskan ke mikrokontroler Arduino Uno. Arduino Uno akan menafsirkan sinyal tersebut dan memberi instruksi kepada relay untuk menghubungkan sumber listrik ke lampu, sesuai kode program yang telah diberikan untuk mengendalikan Led dan exhaust fan, Ketika sensor ultrasonik mendeteksi bahwa kamar mandi kosong dan membaca jarak valid objek inputan tersebut akan diteruskan ke Arduino, Arduino Uno akan memberikan instruksi kepada relay untuk mengaktifkan solenoid valve yang mengatur aliran air ke toilet dengan durasi yang telah ditentukan pada program yang telah ditanamkan ke dalam mikrokontroler Arduino Uno.

1. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji coba dimulai dengan memastikan setiap komponen yang digunakan dalam kondisi baik. Selanjutnya, dilakukan pengecekan setiap alur rangkaian untuk memastikan bahwa koneksi sudah benar. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian rangkaian sensor PIR yang terintegrasi dengan lampu dan exhaust, pengujian rangkaian sensor Ultrasonic HC-SR04 yang terintegrasi dengan *solenoid valve* sebagai sistem penyiraman otomatis.

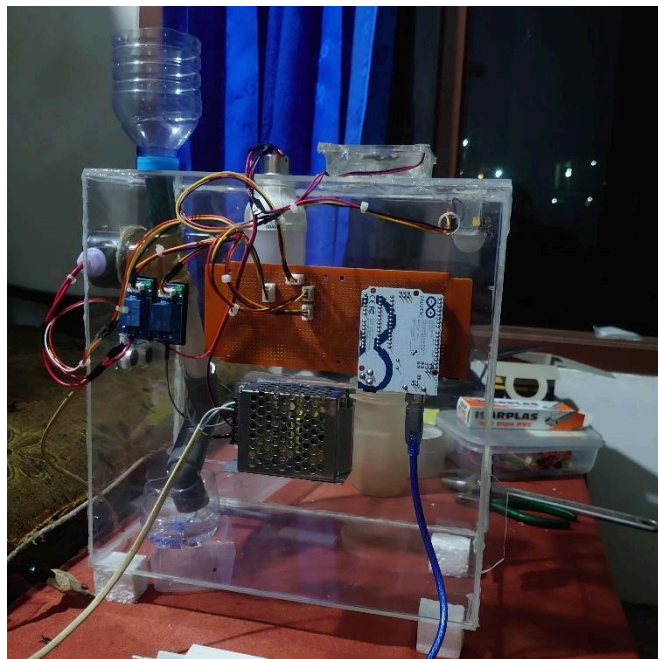
1 Realisasi Perangkat

Untuk mengetahui dan memastikan bahwa rangkaian perangkat keras (hardware) dapat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan harapan, terlebih dahulu dilakukan

langkah-langkah pengujian dan pengamatan langsung terhadap jalur-jalur serta komponen-komponen pada setiap rangkaian yang telah dibuat. Hasil pengukuran ini akan memberikan kesimpulan apakah rangkaian yang telah dibuat sudah berfungsi dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan atau belum, sehingga jika terdapat kesalahan atau kekurangan, hal tersebut dapat terdeteksi dan diperbaiki.

2 Realisasi Perangkat keras (*Hardware*)

Perangkat keras atau alat yang sebelumnya digambarkan dalam bentuk blok diagram, sudah berhasil diimplementasikan. Sistem otomatisasi gorden jendela pada penelitian ini dibuat dalam bentuk miniatur dengan ukuran Panjang = 30 cm, dan lebar = 15 cm, tinggi = 30 cm. Adapun implementasi bentuk fisik alat dapat dilihat pada gambar 4.1 sampai 4.2 berikut.



Gambar 4. 1 Bentuk Fisik Alat (Tampak Kiri)



Gambar 4. 2 Bentuk Fisik Alat (Tampak Kanan)

1) Hasil Pengujian Rangkaian Sensor PIR

Pengujian rangkaian sensor PIR dilakukan untuk memastikan bahwa sistem lampu otomatis dan exhaust berfungsi dengan baik sesuai dengan program yang dibuat. Pengujian ini dilakukan di rumah hunian Fajar Abdurrozzaq. Pengujian dilakukan sebanyak 8 kali, pengujian menggunakan kondisi dimana sensor telah dirangkai dan dipasangkan pada rancang bangun ruangan toilet dengan ketinggian 28cm. Hasil pengujian sensor PIR dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut dan gambar 4.3 sampai 4.10.



Gambar 4. 3 Hasil Pengujian 1



Gambar 4. 4 Hasil Pengujian 2



Gambar 4. 5 Hasil Pengujian 3



Gambar 4. 6 Hasil Pengujian 4



Gambar 4. 7 Hasil Pengujian 5



Gambar 4. 8 Hasil Pengujian 6



Gambar 4. 9 Hasil Pengujian 7



Gambar 4. 10 Hasil Pengujian 8

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Rangkaian Sensor PIR

Uji Coba	Respon PIR	Delay (detik)	LED	Exhaust	Hasil
1	Terdeteksi	10	Mati	Mati	Tidak Bekerja
2	Terdeteksi	8	Menyala	Menyala	Bekerja
3	Terdeteksi	5	Menyala	Menyala	Bekerja
4	Terdeteksi	3	Menyala	Menyala	Bekerja
5	Terdeteksi	2	Menyala	Menyala	Bekerja
6	Terdeteksi	2	Menyala	Menyala	Bekerja
7	Terdeteksi	1	Menyala	Menyala	Bekerja
8	Terdeteksi	1	Menyala	Menyala	Bekerja

Dari pengujian rangkaian sensor PIR pada rangkaian LED dan Exhaust dapat disimpulkan bahwa sensor dapat mendeteksi gerakan pada uji coba kedua (2) dikarenakan pada percobaan pertama (1) sensor masih mengalami inisialisasi kerja sehingga terjadi delay yang cukup lama yaitu 10 detik sensor mendeteksi gerakan berdasarkan serial monitor tetapi Arduino masih berada pada kondisi yang belum stabil pada percobaan pertama (1) namun pada uji coba kedua (2) sensor telah mendeteksi gerakan dengan baik dengan yang masih cukup lama dengan delay 8 detik namun LED dan Exhaust sudah menyala dengan baik, selanjutnya pada percobaan ketiga (3) hingga percobaan kedelapan (8) sensor dapat mendeteksi gerakan dengan sangat baik dengan rentang delay 5-1 detik LED dan Exhaust menyala dengan stabil dan responsif bekerja sesuai program yang ditanamkan ke dalam Arduino UNO.

2) Hasil Pengujian Rangkaian Sensor Ultrasonic HC-SR04

Pengujian rangkaian sensor Ultrasonic HC-SR04 dilakukan untuk memastikan bahwa rangkaian sistem penyiraman otomatis yang diintegrasikan dengan *solenoid valve* berjalan dengan baik sesuai program yang telah ditanamkan. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali dengan kondisi sensor dan *solenoid valve* telah dipasangkan pada rancang bangun ruangan toilet dengan bacaan jarak valid objek sejauh 12 cm dan jarak valid bacaan sensor sejauh 27

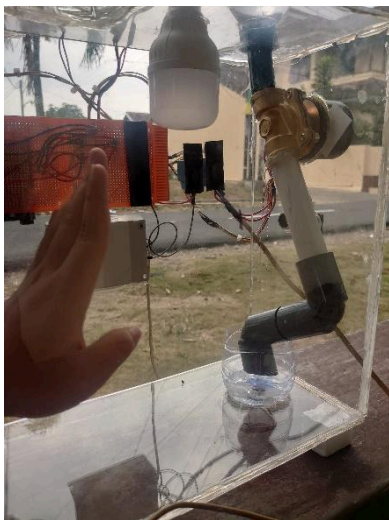
cm..Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.2 dan gambar 4.11 sampai gambar 4.15 Tabel 4.4 berikut,



Gambar 4. 11 Hasil Pengujian 1



Gambar 4. 12 Hasil Pengujian 2



Gambar 4. 13 Hasil Pengujian 3



Gambar 4. 14 Hasil Pengujian 4



Gambar 4. 15 Hasil Pengujian 5

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Rangkaian Sensor Ultrasonic HC-SR04

Uji Coba	Deteksi Jarak Objek Ultrasonic	Respon Solenoid	Jarak Objek	Hasil
1	12 cm	Mati	12 cm	Tidak Mengalir
2	12 cm	Menyala	12 cm	Mengalir
3	15 cm	Mati	15 cm	Tidak Mengalir
4	12 cm	Menyala	12 cm	Mengalir
5	8 cm	Menyala	8 cm	Tidak Mengalir

Hasil dari pengujian rangkaian sensor Ultrasonic HC-SR04 pada rangkaian sistem penyiraman otomatis yang diintegrasikan dengan Solenoid valve dapat disimpulkan bahwa sensor dapat mendeteksi jarak objek dengan akurat dan responsif namun pada uji coba pertama (1) Sensor dapat membaca jarak objek valid 12 cm tetapi solenoid valve tidak menyala dan air tidak mengalir dikarenakan Arduino masih dalam kondisi yang belum stabil sehingga sensor dapat mendeteksi jarak valid objek dengan tepat dan akurat namun tidak menyalakan *solenoid valve*, pada pengujian kedua (2) dengan jarak valid yang sama 12 cm *solenoid valve* dapat menyala dengan baik dan mengalirkan air sesuai dengan kode program yang ditanamkan yaitu akan menyala dan mengalirkan air selama 8 detik namun apabila sensor membaca jarak valid kurang dari 12 cm *solenoid valve* akan dinonaktifkan saat itu juga yang ada pada pengujian kelima (5) sebagaimana seperti perintah program yang telah ditanamkan pada Arduino UNO, pada pengujian ketiga (3) yaitu dengan jarak valid bacaan sensor sejauh 15 cm, *solenoid valve* hanya diam dan tidak mengalirkan air itu sesuai dengan program yang telah ditanamkan ke dalam sistem yang mana hanya akan aktif apabila jarak valid objek terbaca pada jarak 12 cm.

3) Pengujian Keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan untuk menguji kinerja rancang bangun toilet pintar berbasis mikrokontroler Arduino Uno.

4) Hasil Pengujian Sistem Otomasi

Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali. Pengujian pertama dilakukan pada saat setelah baru saja rangkaian diberikan daya pada setiap modul sistem yang mana saat percobaan pertama ini semua sensor PIR dan sensor Ultrasonic HC-SR04 dapat membaca input gerakan dan input jarak objek namun belum dapat menyalakan perangkat output yaitu LED,exhaust fan solenoid valve, Hal ini disebabkan karena Arduino dalam keadaan yang belum stabil.

Pada percobaan kedua ketika diberikan input gerakan dan input jarak objek, sensor PIR dan sensor Ultrasonic HC-SR04 dapat mendeteksi dan juga dapat mengaktifkan perangkat output namun mengalami delay beberapa detik seperti pada pengujian rangkaian sensor-sensor diatas.

Pada percobaan berikutnya sensor PIR dan sensor Ultrasonic HC-SR04 telah dalam keadaan stabil dan juga perangkat output LED,exhaust dan Solenoid valve menyala dengan responsif dan stabil sesuai kode program yang ditanamkan yaitu LED dan exhaust menyala terus menerus apabila terus mendeteksi input gerakan dan akan menunggu selama 5 detik apabila tidak mendapat input deteksi gerakan. sementara Solenoid valve juga demikian apabila jarak objek valid terbaca sejauh 12 cm maka air akan mengalir selama 8 detik dan apabila jarak objek valid terbaca kurang dari 12 cm solenoid akan menghentikan aliran saat itu juga tanpa ada delay dan saat jarak bacaan valid lebih dari 12 cm sensor Ultrasonic HC-SR04 hanya akan membaca jarak objek dan solenoid tidak akan mengalirkan air sampai jarak bacaan objek valid sejauh 12 cm terpenuhi. Berikut ini adalah hasil uji coba alat yang ditunjukkan pada tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Sistem Otomatis

No	Sensor PIR	Sensor Ultrasonic HC-SR04	LED dan Exhaust	Solenoid valve	Durasi LED & Exhaust	Durasi solenoid	Delay sistem
1	Gerakan terdeteksi	Jarak valid objek 12 cm	Mati	Tidak mengalir	0	0	20 detik
2	Gerakan terdeteksi	Jarak valid	Menyala	Mengalir	5 detik	8 detik	8 detik

		objek 12 cm					
3	Gerakan terdeteksi	Jarak valid objek 10 cm	Menyala	Tidak mengalir	Loop	0	3 detik
4	Gerakan terdeteksi	Jarak valid objek 12 cm	Menyala	Mengalir	Loop	8 detik	2 detik
5	Gerakan tidak terdeteksi	Jarak valid terbaca 27 cm	Mati	Mati	0	0	1 detik

5) Analisis Sistem Kerja

Sensor PIR mendeteksi gerakan di dalam ruangan toilet. Sensor PIR mengirim sinyal menuju Arduino Uno R3 melalui pin Input yang akan dikonversikan sebagai sinyal untuk dikirim menuju pin Output untuk mengaktifkan relay yang telah diintegrasikan ke power supply 12V 3 A dengan Led dan exhaust system sehingga dapat menyala dengan program yang telah ditanamkan pada Arduino Uno R3 sementara itu sensor.

Ultrasonic akan mengirimkan gelombang ultrasonik berupa getaran suara dengan frekuensi tinggi ke arah objek dengan jarak valid 12 cm gelombang ultrasonik yang dipancarkan akan memantul kembali (echo) setelah mengenai objek, Sensor menghitung waktu tempuh dari pengiriman gelombang hingga penerimaan pantulan kembali.

Waktu tempuh ini berbanding lurus dengan jarak antara sensor dan objek, berdasarkan waktu tempuh yang dihitung, sensor kemudian mengkonversi nilai ini menjadi jarak dalam satuan yang sesuai (seperti centimeter atau meter) dan mengirimkan informasi jarak ini ke mikrokontroler atau sistem yang menggunakannya.

Data jarak 12 cm yang diperoleh akan dikirim sebagai sinyal input menuju Arduino Uno R3 kemudian akan dikirim menjadi sinyal output yang akan diterima oleh relay yang telah terintegrasi dengan solenoid valve yang mana solenoid valve akan mendapat daya dari arus AC sebesar 220V sehingga dapat mengalir kan air sesuai dengan durasi yang telah di program pada Arduino Uno.

2. KESIMPULAN

Berdasarkan Uji coba dan analisa alat yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Sistem otomatis LED dan Exhaust berdasarkan deteksi gerakan objek yang dideteksi oleh sensor PIR dapat bekerja secara otomatis dan responsif akan tetapi dengan sedikit kekurangan pada saat awal sistem diaktifkan terjadi delay yang cukup lama karena Arduino belum stabil.
- 2) Sistem siram otomatis menggunakan solenoid valve dapat bekerja dengan baik berdasarkan bacaan jarak valid objek oleh sensor Ultrasonic HC-SR04 dengan responsif dan sesuai dengan durasi menyala yang telah ditentukan.
- 3) Sistem secara keseluruhan dapat berjalan secara harmonis dan sesuai dengan kinerjanya masing-masing dan hanya sedikit terjadi delay antara 5-10 detik pada saat sistem pertama kali dihidupkan.

3. SARAN

Alat ini tentunya masih belum sempurna dan memiliki beberapa kekurangan yang perlu diperbaiki. Berikut adalah saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut :

- 1) Akan lebih baik jika mengurangi delay sistem pada saat awal diaktifkan, khususnya dengan meningkatkan stabilitas Arduino agar respon sistem lebih cepat dan efisien
- 2) Meningkatkan kinerja deteksi gerakan dan jarak menggunakan sensor dan komponen yang lebih canggih dan akurat. Ini akan membantu dalam memastikan bahwa semua fitur otomatis bekerja lebih responsif dan andal.
- 3) Mengembangkan sistem lebih lanjut dengan mengintegrasikan teknologi Internet of Things (IoT) untuk memungkinkan pemantauan dan pengendalian jarak jauh melalui aplikasi mobile atau web. Hal ini akan meningkatkan fleksibilitas dan kontrol pengguna terhadap sistem toilet pintar.
- 4) Meningkatkan kerapian instalasi dengan menyembunyikan kabel-kabel dan komponen yang terpasang agar tidak mengganggu estetika dan mengurangi risiko kerusakan. Penggunaan casing atau penutup yang dirancang khusus dapat membantu mencapai tampilan yang lebih rapi dan aman.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abu Bakar Sidik and Abu Bakar Sidik, "FAKTOR-FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN KEMANDIRIAN LANSIA DALAM MELAKUKAN PERSONAL HYGIENE DI PANTI SOSIAL TERATAI," *J. ILMU Kedokt. DAN Kesehat.*, vol. 8, no. 2, Jun. 2021, doi: 10.33024/jikk.v8i2.4275.
- [2] Sely Marisa, S. Marisa, Suhendri Suhendri, S. Suhendri, Tantri Wahyuni, and T. Wahyuni, "Rancang Bangun Prototipe Sistem Saluran Air Berbasis Sistem Tutup Buka Otomatis Menggunakan Sistem Mikroprosesor dan Sensor Ultrasonic," vol. 11, no. 1, pp. 415–420, 2020, doi: 10.35313/irwns.v11i1.2042.
- [3] M. N. Sari, A. Rahmawati, S. Widodo, and S. S. Hidayat, "Smart Toilet Dilengkapi Sistem Pemantauan Berbasis Website," in *Prosiding Seminar Nasional NCIET*, 2021, pp. 1–12. Accessed: Aug. 14, 2024. [Online]. Available: <http://conf.nciet.id/index.php/nciet/article/view/177>



- [4] S. Putri, Dini Fakta Sari, Edi Iskandar, and Indra Yatini Buryadi, “Sistem Keamanan Rumah Berbasis Iot Dengan Nodemcu Esp8266 Menggunakan Sensor Pir Sebagai Pendeteksi Gerakan,” *J. Inform. Komput. Bisnis Dan Manaj.*, 2023, doi: 10.61805/fahma.v20i2.29.
- [5] Dominggus Ngani, Kristianus Jago Tute, and Benediktus Yoseph Bhae, “RANCANG BANGUN AKSES KONTROL PINTU RUMAH DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO UNO,” *Simtek J. Sist. Inf. Dan Tek. Komput.*, vol. 8, no. 1, pp. 154–158, Apr. 2023, doi: 10.51876/simtek.v8i1.219.
- [6] Endah Setyaningsih, Joni Fat, and Yohanes Calvinus, “SISTEM INTEGRASI SENSOR SUHU, KELEMBABAN, ARUS DAN TEGANGAN UNTUK MONITORING KONDISI LUMINER LED PJU,” *J. Muara Sains Teknol. Kedokt. Dan Ilmu Kesehat.*, 2023, doi: 10.24912/jmstkik.v7i2.29088.
- [7] M. Ria, “GAMBARAN BAKTERI PADA KRAN AIR DAN TOMBOL FLUSH KLOSET DUDUK DI TOILET UMUM LINGKUNGAN FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS ANDALAS TAHUN 2018,” PhD Thesis, Universitas Andalas, 2018. Accessed: Aug. 14, 2024. [Online]. Available: <http://scholar.unand.ac.id/34866/>
- [8] F. Adilia, A. Rakhmatsyah, and A. G. Putrada, “Implementasi Toilet Pintar Berbasis Mikrokontroler,” *EProceedings Eng.*, vol. 3, no. 3, 2016, Accessed: Aug. 14, 2024. [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/9278>
- [9] R. D. A. Rachmi Dwi Annisya, “PENYULUHAN MENGGUNAKAN MEDIA LEAFLET TERHADAP PENINGKATAN PENGETAHUAN PENGELOLA PANTAI TENTANG SANITASI TOILET DI KAWASAN LINTAS TIMUR KABUPATEN BANGKA,” PhD Thesis, Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, 2022. Accessed: Aug. 14, 2024. [Online]. Available: <http://eprints.poltekkesjogja.ac.id/9849/>
- [10] Ahmad Nasrul Sidik *et al.*, “PERANCANGAN ELBOW CRUTCH PORTABLE BERBASIS SENSOR ULTRASONIC,” *Pros. Semin. Nas. NCIET*, vol. 1, no. 1, pp. 461–474, 2020, doi: 10.32497/nciet.v1i1.161.
- [11] M. K. Rihmi, G. Bintoro, M. A. Rahman, and G. Puspito, “ACCURACY ANALYSIS OF DISTANCE MEASUREMENT USING SONAR ULTRASONIC SENSOR HC-SR04 ON SEVERAL TYPES OF MATERIALS,” *J. Environ. Eng. Sustain. Technol.*, vol. 11, no. 1, 2024, Accessed: Aug. 14, 2024. [Online]. Available: <https://jeest.ub.ac.id/index.php/jeest/article/view/14062>