

## Implementasi Toilet Pintar Berbasis Mikrokontroler

### Implementation of Smart Toilet Based On Microcontroller

<sup>1</sup>Farisah Adilia, <sup>2</sup>AndrianRakhmatsyah S.T.,M.T., <sup>3</sup>Aji Gautama Putrada S.T.,M.T.,

<sup>1,2,3</sup> Prodi S1 Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[risadilia@students.telkomuniversity.ac.id](mailto:risadilia@students.telkomuniversity.ac.id), <sup>2</sup>[andrianrakhmatsyah@staff.telkomuniversity.ac.id](mailto:andrianrakhmatsyah@staff.telkomuniversity.ac.id),  
<sup>3</sup>[ajigps@staff.telkomuniversity.ac.id](mailto:ajigps@staff.telkomuniversity.ac.id)

#### Abstrak

Toilet adalah tempat yang paling sering dikunjungi oleh semua orang tak terkecuali lansia. Namun karena faktor pikun dan lalai yang banyak dialami oleh para lansia, toilet menjadi tempat yang paling sulit mereka gunakan. Meski sudah banyak dipasarkan berbagai jenis toilet pintar yang mudah digunakan, namun ada beberapa faktor yang membuat tidak semua orang bisa memilikinya. Pada tugas akhir ini dibuat sistem toilet pintar. Disebut pintar karena bisa menyalakan dan mematikan lampu dan *flush* secara otomatis tanpa campur tangan manusia. Dengan sensor PIR yang digunakan untuk mendeteksi ada tidaknya pengguna, kemudian mikrokontroler memerintah lampu dan Motor Servo. Ketika sensor PIR mendeteksi adanya pengguna, lampu akan menyala. Kemudian jika pengguna sudah keluar dari toilet dan sensor PIR tidak lagi mendeteksi, maka lampu mati dan Motor Servo akan menarik *flapper* sehingga air bisa mengalir. Setelah dilakukan beberapa analisis dan pengujian, hasilnya menunjukkan bahwa semua fungsi berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Sistem toilet pintar ini bisa diimplementasikan pada toilet yang sebenarnya tanpa harus merubah kondisi yang sebelumnya.

**Kata kunci:** *passive infrared, smart toilet, servo, pir*

#### Abstract

Toilet is the most frequently visited by everyone not least the elderly. However, because of dementia and neglect experienced by many seniors, toilet be the most difficult places they use. Although there has been various types of smart toilets that are easy to use, but there are several factors that make not everyone can have it. In this final project, created smart toilet system. Called smart because it can turn on and turn off the lights and flush automatically without human intervention. With PIR sensor used to detect the presence or absence of the user, then the microcontroller ruled lights and Servo Motor. When the PIR sensor detects the presence of the user, the lights will flash. Then, if the user is out of the toilet and the PIR sensor no longer detects, then the lights off and Servo Motor will pull the flapper so that water can flow. After doing some analysis and testing, the results show that all functions are running as expected. This smart toilet system can be implemented on an actual toilet without having to change the previous conditions.

**Keywords:** *passive infrared, smart toilet, servo, pir*

#### 1. Pendahuluan

Lansia Indonesia kebanyakan tinggal di rumah sendiri, menurut R. Boedhi – Darmojo (2004: 17) mengemukakan bahwa lansia yang tinggal di rumah sendiri 54,7%, tinggal di rumah keluarga 44,4%, dan lansia yang tinggal di tempat lain seperti panti wredha dan rumah sakit hanya 0,9% saja. Sulit melakukan "ini dan itu", emosinya pun tidak terkontrol dengan baik [1]. Usia lanjut adalah suatu kejadian yang pasti akan dialami oleh semua orang yang dikaruniai usia panjang, terjadinya tidak bisa dihindari oleh siapapun. Pada usia lanjut akan terjadi berbagai kemunduran pada organ tubuh.[2]. Kemunduran ini berlaku pada fungsi motorik dan sensorik. Salah satu contohnya adalah pikun. Faktor pikun ini sendiri bisa menjadi penyebab terjadinya beberapa

kelalaian. Salah satunya kelalaian saat berada di tempat yang menjadi bagian dari aktifitas sehari-hari yaitu kamar mandi.

Saat ini sudah banyak tersedia berbagai macam jenis toilet pintar yang dijual di pasaran. Ada yang menggunakan sensor jarak yang menjadi *trigger* untuk *flush* otomatis, atau menggunakan *remote* untuk menjalankan seluruh peralatan di kamar mandi. Namun ada beberapa keterbatasan pada pengguna sehingga tidak bisa memiliki model toilet pintar seperti itu. Para pengguna harus mengganti kloset yang sudah dimiliki dengan kloset pintar yang dijual di pasaran.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Existing Work

Penelitian tentang pembuatan flush otomatis telah dilakukan oleh beberapa orang atau onstansi. Salah satunya oleh 2 mahasiswa dari IFET College of Engineering pada [15]. Dimana pada penelitian tersebut mereka membuat sebuah alat flush otomatis dengan konsep membuat trigger pada pijakan kaki. Dibuat 2 buah tabung yang mana awalnya air disimpan di tabung atas. Saat menggunakan urinoir, pengguna akan berada di atas pijakan yang menyebabkan adanya tekanan. Ketika ada tekanan ini, maka air akan dipindahkan ke tabung bagian bawah. Lalu ketika pengguna pergi yang mana pijakan telat terangkat, air akan mengalir keluar dari tabung ke dua. Sayangnya alat ini hanya bisa digunakan oleh laki-laki, dan peralatan yang digunakan dirasa susah untuk perawatannya. Maka dari itu, pada Tugas Akhir ini, trigger pada flush ada pada Sensor PIR dan dilakukan ketika pengguna tidak lagi terdeteksi.

Sedangkan pada penelitian [18], oleh Mustafa Saad dan rekan-rekannya dari *College of Electronic Technology Baniwalid*, melakukan penelitian tentang penyalan lampu jalan secara otomatis menggunakan mikrokontroler. Sensor yang digunakan adalah *Photoelectric sensor* dan juga LDR. Namun jangkauan Photoelectric Sensor hanya 3-80cm. sehingga dalam Tugas akhir ini penulis menggunakan sensor PIR yang memiliki jangkauan deteksi lebih luas.

### 2.2 PIR

Berdasar dari [16], yang menggunakan sensor PIR untuk penelitiannya, dikatakan bahwa pyroelectric infrared sensor berbentuk noncontact dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan radiasi inframerah di lingkungan. Sensor ini dikatakan memiliki sensitivitas relatif terhadap gerakan manusia. Selain itu, memiliki kelebihan lain seperti jangkauan pendeteksian yang luas, kinerja yang kuat dan tidak terlalu terpengaruh cahaya ambient. Oleh karena itu, teknologi menggunakan PIR (piroelektrik Infrared) untuk mendeteksi pengguna telah menerima perhatian khusus.

Berdasarkan yang dijelaskan pada artikel [3], untuk proyek dasar atau produk yang perlu untuk mendeteksi ketika seseorang telah meninggalkan atau memasuki daerah, atau telah mendekati, sensor PIR bagus digunakan. Namun PIR tidak akan memberitahu berapa banyak orang di sekitar atau seberapa dekat mereka dengan sensor, sensor ini juga sering menangkap gerakan tertentu dan juga kadang-kadang dipicu oleh hewan peliharaan. Dijelaskan juga spesifikasi dan bagian-bagian sensor PIR adalah sebagai berikut:

- Ukuran: Persegi panjang.
- Output: Digital pulsa tinggi (3V) bila gerakan terdeteksi, rendah saat tidak ada gerakan terdeteksi.
- Jangkauan sensitivitas deteksi kisaran hingga 20 kaki (6 meter)  $110^\circ \times 70^\circ$
- Sumber tegangan: tegangan input 5V-12V untuk sebagian besar modul (memiliki regulator 3.3V).

### 2.3 Mikrokontroler (Arduino Uno)

Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program didalamnya. Mikrokontroler umumnya terdiri dari CPU (Central Processing Unit), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti Analog-to-Digital Converter (ADC) yang sudah

terintegrasi di dalamnya.

Tidak seperti sistem komputer, yang mampu menangani berbagai macam program aplikasi (misalnya pengolah kata, pengolah angkadan lain sebagainya), mikrokontroler hanya bisa digunakan untuk suatu aplikasi tertentu saja (hanya satu program saja yang bisa disimpan)[6].

Berdasarkan [17], Arduino / Genuino Uno memiliki 14 digital pin input / output (dimana 6 dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, kristal kuarsa 16 MHz, koneksi USB, jack listrik, header ICSP dan tombol reset. Ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler. Untuk menggunakannya, hubungkan ke komputer dengan kabel USB atau dengan adaptor AC-DC atau sumber tegangan. Arduino dapat digunakan untuk apa saja. Jika terjadi kerusakan, arduino tetap dapat digunakan dengan mengganti chipnya.

### 2.3 Motor Servo (TowerPro MG995)

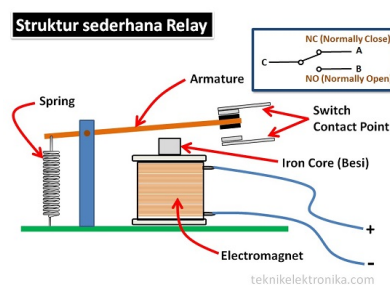
Motor servo standard (servo rotation  $180^\circ$ ) adalah jenis yang paling umum dari motor servo, dimana putaran poros outputnya terbatas hanya  $90^\circ$  kearah kanan dan  $90^\circ$  kearah kiri. Dengan kata lain total putarannya hanya setengah lingkaran atau  $180^\circ$ . Motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (Pulse Wide Modulation / PWM) melalui kabel kontrol. Lebar pulsa sinyal kontrol yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Sebagai contoh, lebar pulsa dengan waktu 1,5 ms (mili detik) akan memutar poros motor servo ke posisi sudut  $90^\circ$ . Bila pulsa lebih pendek dari 1,5 ms maka akan berputar ke arah posisi  $0^\circ$  atau ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila pulsa yang diberikan lebih lama dari 1,5 ms maka poros motor servo akan berputar ke arah posisi  $180^\circ$  atau ke kanan (searah jarum jam)[7].

Spesifikasi :

Modulasi : Digital  
 Tegangan : 4.8V (9.40 kg-cm)  
                   6.0V (11.00 kg-cm)  
 Kecepatan : 4.8V : 0.20 sec/ $60^\circ$   
                   6.0V : 0.16 sec/ $60^\circ$   
 Berat : 1.94 oz (55.0 g)  
 Dimensi : Panjang : 1.60 in (40.7 mm)  
           Lebar : 0.78 in (19.77 mm)  
           Tinggi : 1.69 in (42.9 mm). [12]

### 2.4 Modul Relay

Pada [18] peneliti juga menggunakan relay pada penelitiannya. Relay ini dikontrol dari jarak jauh dengan tombol lain atau computer. Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan Relay yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan Armature Relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A[2].



Gambar 2.7 Struktur sederhana relay[2]

## 3. Pengujian Sistem

Pada Tugas Akhir ini akan dilakukan 4 macam pengujian, yaitu sebagai berikut:

### 3.1.1 Pengujian Sensor PIR

Pengujian dari sensor PIR dilakukan 5 kali dengan macam pengujian sebagai berikut:

*Tabel 3.1 Macam pengujian Sensor PIR*

Pengujian ke-	Bentuk Pengujian	Hasil Yang Diharapkan
1	Mendorong pintu ke dalam	Tidak Terdeteksi
2	Membuka pintu ke dalam disertai dengan tangan	Lampu tidak menyala
3	Memasukkan hanya kaki ke dalam toilet	Lampu tidak menyala
4	Berjalan masuk ke dalam	Lampu menyala
5	Berjalan jongkok ke dalam	Lampu menyala

Pengujian ke-1 dilakukan dengan cara penulis mendorong pintu dari luar ke dalam. Jika Sensor PIR bekerja dengan benar, seharusnya lampu tidak akan menyala karena Sensor PIR tidak akan bisa mendeteksi gerakan selain gerakan manusia

Pengujian ke-2 yaitu dengan membuka pintu dan juga memasukkan tangan ke dalam toilet. Hasil yang diharapkan lampu akan menyala karena Sensor PIR akan mendeteksi gerakan tangan.

Pengujian ke-3 penulis hanya akan memasukkan kaki ke dalam toilet. Dengan maksud melihat kesensitifan dari Sensor PIR apakah hanya dengan kaki saja Sensor PIR bisa mendeteksi adanya pengguna.

Pengujian ke-4 dilakukan dengan cara umum, penulis akan berjalan seperti biasa ke dalam kloset. Yang seharusnya terjadi Sensor PIR bisa mendeteksi adanya pengguna.

Pengujian ke-5 dicoba jika memasuki toilet dengan berjalan jongkok. Untuk mengetes jangkauan deteksi dari Sensor PIR. Dengan tinggi toilet yang berukuran 2.5 meter, harusnya Sensor PIR tetap bisa mendeteksi adanya pengguna.

### 3.1.2 Pengujian Fitur *Flush*

Pengujian fitur flush dilakukan dengan cara melihat apakah motor Servo bisa menarik katup flush dengan tangki berisi air. Isi penuh tangki air pada kloset adalah 6 liter. Diberikan 3 keadaan untuk menjadi bahan pengujian, yaitu:

*Tabel 3.2 macam pengujian Motor Servo*

Pengujian ke-	Isi Tangki	Hasil Yang Diharapkan
1	2 Liter	Terangkat
2	4 Liter	Terangkat
3	6 Liter	Terangkat

### 3.1.3 Penghitungan *Respon Time* Sensor PIR

Pengujian *respon time* dilakukan dengan cara meletakkan Laser yang dipasang pada bagian bawah pintu. Sinar laser akan melintang di depan pintu dengan *receiver* di bagian sebrang dari sinar laser. Sehingga saat pengguna melewati pintu, sinar laser akan terputus.

Saat sinar laser terputus, yang artinya *receiver* tidak menerima pancaran sinar laser, maka nilainya akan tinggi. Nilai sinar laser berkisar antara 0-1023. Perkiraan jika *receiver* tidak menerima sinar laser akan berada pada angka diatas 600. Maka saat nilainya di atas 600, penghitungan waktu akan dimulai dan berakhir saat lampu menyala. Kemudian hasil dari *respon time* akan ditampilkan di *serial monitor* pada Arduino IDE. Pengujian ini akan dilakukan 5 kali.

### 3.1.4 Pengujian Saklar Lampu

Jenis saklar yang digunakan adalah saklar tiga kaki. Digunakannya saklar tiga kaki karena proses penyalan lampu dilakukan dengan 2 cara, yaitu otomatis dan manual. Pengujian ini dilakukan dengan maksud melihat apakah kedua sistem berjalan dengan baik. Berikut merupakan kondisi yang harusnya terjadi saat pengujian:

- Saklar on, relay on = lampu mati
- Saklar on, relay off = lampu menyala
- Saklar off, relay on = lampu menyala
- Saklar off, relay off = lampu mati

## 4. Hasil Pengujian

Berikut merupakan hasil dari 4 macam pengujian yang dilakukan pada Tugas Akhir ini:

### 4.1.1 Pengujian Sensor PIR

Dari 5 macam pengujian yang dilakukan masing-masing 2 kali, didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil pengujian Sensor PIR

Pengujian ke-	Bentuk Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil pengujian	
			1	2
1	Mendorong pintu ke dalam	Lampu tidak menyala	Lampu tidak menyala	Lampu tidak menyala
2	Membuka pintu ke dalam disertai dengan tangan	Lampu tidak menyala	Lampu tidak menyala	Lampu tidak menyala
3	Memasukkan hanya kaki ke dalam toilet	Lampu menyala	Lampu menyala	Lampu tidak menyala
4	Berjalan masuk ke dalam	Lampu menyala	Lampu menyala	Lampu menyala
5	Berjalan jongkok ke dalam	Lampu menyala	Lampu menyala	Lampu menyala

Dari tabel diatas dapat kita lihat bahwa sensor PIR bekerja dengan baik. Walaupun ada pada 1 pengujian hasilnya tidak seperti yang semestinya, namun dala pengujian lain sensor PIR bekerja dengan baik.

#### 4.1.2 Pengujian Fitur *Flush*

Dari 3 kali pengujian Motor Servo, didapatkan hasil sebagai berikut:

*Tabel 4.2 Hasil pengujian Motor Servo*

Pengujian ke-	Isi Tangki	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian
1	2 Liter	Terangkat	Terangkat
2	4 Liter	Terangkat	Terangkat
3	6 Liter	Terangkat	Terangkat

Berdasarkan hasil pengujian di atas, dapat dilihat bahwa Motor Servo efektif digunakan untuk menarik flapper. Karena pada saat tangki air terisi penuh pun flapper tetap bisa ditarik oleh Motor Servo.

#### 4.1.3 Pengujian *Respon Time* Sensor PIR

Dari hasil pengujian respon time yang dilakukan sebanyak 5 kali, didapatkan hasil yang berbeda-beda. Ketika awal sistem dinyalakan, sensor PIR tidak langsung bekerja. Sensor membutuhkan waktu untuk beradaptasi. Sehingga pengujian ini mulai dilakukan 30 detik setelah sistem dinyalakan. Berikut merupakan hasil dari penghitungan respon time dari Sensor PIR:

*Tabel 4.3 Hasil pengujian respon time*

Pengujian ke-	Nilai respon time (ms)
1	3573
2	3026
3	2587
4	2092
5	2471

#### 4.1.4 Pengujian Saklar Lampu

Setelah dilakukan pengujian pada saklar lampu, maka didapatkan hasil sebagai berikut:

*Tabel 4.4 Hasil pengujian saklar lampu*

Saklar	Relay	
	1	0
1	0	1
0	1	0

Kondisi “1” diartikan sebagai lampu menyala, dan “0” diartikan sebagai lampu mati. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa saklar lampu bekerja dengan benar.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari Tugas akhir ini, prototipe toilet pintar berbasis mikrokontroler ini berjalan dengan baik.

1. Pembuatan sistem toilet berbasis mikrokontroler berjalan dan berfungsi sesuai dengan maksud dan tujuan yang diharapkan.
2. Waktu rata-rata *respon time* yang didapatkan cukup besar yaitu 2749 ms. Dengan waktu 2092 ms dan terpanjang 3573 ms.
3. Motor servo berhasil digunakan untuk menarik flapper untuk flush. Saat tangki air terisi penuh pun *flapper* tetap bisa ditarik oleh Motor Servo.
4. Saklar yang digunakan berfungsi dengan benar. Terlihat dari tabel kebenaran pada bab 4.1.4 bahwa tidak ada *error* baik pada saklar maupun *relay*.

## Daftar Pustaka

- [1] TOP Lansia. (n.d.). Retrieved October 16, 2015, from [http://lansia.org/TOP\\_Lansia](http://lansia.org/TOP_Lansia)
- [2] Cakradiwangsa, L. W. (n.d.). *Makalah motor servo*. Retrieved October 16, 2015, from <http://www.scribd.com/doc/156131684/Makalah-motor-servo#scribd>
- [3] Mohamed Aamir, M, K. (2015, April 4). *AUTOMATIC URINAL FLUSHING SYSTEM*. Retrieved 2016, from <http://ijsetr.org/wp-content/uploads/2015/04/IJSETR-VOL-4-ISSUE-4-628-633.pdf>
- [4] MUSTAFA SAAD, A. F. (n.d.). *Automatic Street Light Control System Using Microcontroller*. Retrieved 2016, from <http://www.wseas.us/e-library/conferences/2013/Antalya/OTEMA/OTEMA-11.pdf>
- [5] *Cara Kerja Sensor PIR (Passive Infra Red)*. (2011). Retrieved 2016, from GENIUS: <http://maxup01.blogspot.co.id/2011/12/cara-kerja-sensor-pir.html>
- [6] Ji Xiong, F.-M. L.-Y. (2014). *Human Tracking System Based on PIR Sensor Network and Video*. Retrieved October 19, 2016, from [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi2xeHPsOfPAhWJr48KHdvBDwwQFggcMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.springer.com%2Fcd%2Fcontent%2Fdocument%2Fcd\\_downloaddocument%2F9783642541735-c2.pdf%3FSGWID%3D0-0-45-1447417-p176550661&usq=AFQjCNGB10MBfF8akU3NFMZWJxAVt6bAtg&sig2=0bCSxmdKo8PG2ebtUjwE-w&bvm=bv.135974163,d.cGw](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi2xeHPsOfPAhWJr48KHdvBDwwQFggcMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.springer.com%2Fcd%2Fcontent%2Fdocument%2Fcd_downloaddocument%2F9783642541735-c2.pdf%3FSGWID%3D0-0-45-1447417-p176550661&usq=AFQjCNGB10MBfF8akU3NFMZWJxAVt6bAtg&sig2=0bCSxmdKo8PG2ebtUjwE-w&bvm=bv.135974163,d.cGw)
- [7] Ada, L. (n.d.). *PIR Motion Sensor Overview*. Retrieved October 3, 2016, from <https://learn.adafruit.com/passive-infrared-proximity-motion-sensor/overview>
- [8] DERMANTO, T. (2014, March 19). *Pengertian dan Prinsip Kerja Motor Servo*. Retrieved November 25, 2015, from <http://trikueni-desain-sistem.blogspot.co.id/2014/03/Pengertian-Motor-Servo.html>
- [9] *Referensi Kesehatan : Lansia*. (2008, April 15). Retrieved October 16, 2015, from <https://creasoft.wordpress.com/2008/04/15/lansia/>
- [10] ATMEL. (2015). *ATMEL 8-BIT MICROCONTROLLER WITH 4/8/16/32KBYTES IN-SYSTEM PROGRAMMABLE FLASH*. Retrieved October 19, 2016, from [http://www.atmel.com/Images/Atmel-8271-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega48A-48PA-88A-88PA-168A-168PA-328-328P\\_datasheet\\_Complete.pdf](http://www.atmel.com/Images/Atmel-8271-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega48A-48PA-88A-88PA-168A-168PA-328-328P_datasheet_Complete.pdf)

