

Smart Automatic Water Filler (SAWF) berbasis Internet of Things

Erlangga Bayu Linggar Sukarta^{a1}, I Made Sukarsa^{a2}, I Nyoman Piarsa^{a3}

Universitas Udayana, Teknologi Informasi, Jimbaran

e-mail: bayuerla14@student.unud.ac.id, sukarsa@unud.ac.id, manpits@unud.ac.id

Abstrak

Pemborosan air terkadang terjadi karena hal sepele yang dilakukan oleh manusia, seperti membiarkan keran air terbuka lama sehingga air meluap dari tempatnya. SAWF (*Smart Automatic Water Filler*) dibuat agar pengguna dapat melakukan kontrol serta memonitor keran air pengisian dan pembuangan melalui bot aplikasi telegram, berbasis IoT (*Internet of Things*) dengan menggunakan mikrokontroler Arduino NodeMcu. SAWF dapat diatur untuk mengisi wadah air secara otomatis hingga penuh. SAWF terdiri dari Arduino NodeMcu yang dihubungkan ke sensor ultrasonik, 2 buah servo 10 kg serta power supply (LM2596) yang dihubungkan ke power ac/dc (Barrel Jack 2.1 mm) dan servo. Pengujian RMSE menyatakan bahwa sensor berfungsi baik dan tidak melenceng jauh dari nilai aslinya. Hasil pengujian prototipe yang dibuat menunjukkan alat berfungsi dengan baik dibuktikan dengan fitur buka tutup keran pengisian air dan keran penguras berfungsi baik dan merespon perintah pengguna. Pengisian keran otomatis juga berfungsi, sehingga dapat disimpulkan prototipe telah berhasil dibuat.

Kata kunci: Arduino NodeMcu, Internet of Things, Mikrokontroler, Servo.

Abstract

Water wastage sometimes occurs because of trivial things, such as leaving the water tap open for a long time until the water overflows. SAWF (Smart Automatic Water Filler) was created so users can control and monitor the filling and draining water faucets and water filling automation via the Telegram's bot, based on IoT (Internet of Things) using the Arduino NodeMcu. SAWF consists of Arduino NodeMcu connected to an ultrasonic sensor, two 10 kg servos, and a power supply (LM2596) connected to ac/dc power (Barrel Jack 2.1 mm) also to the servo. The RMSE test states the sensor is properly functioning, not deviating far from its original value. The test results of the prototype show the tool is well functioned, evidenced by the features of opening and closing the water filling and draining faucets, water filling automation respond to user commands, so it is concluded that the prototype has been successfully made

Keywords : Arduino NodeMcu, Internet of Things, Mikrokontroler, Servo.

1. Pendahuluan

Seiring dengan perkembangan teknologi, kini kehidupan manusia telah banyak dipermudah oleh bantuan alat dan mesin, bahkan alat dan mesin tersebut dapat saling terkoneksi satu sama lain atau terkoneksi dengan smartphone melalui internet. Konsep IoT pada dasarnya adalah konsep menghubungkan segala fisik di kehidupan sehari-hari ke internet. Konsep IoT kemudian memungkinkan otomatisasi pada alat di kehidupan sehari-hari dan pengguna dapat mengendalikannya secara *remotely*. Penelitian ini kemudian mengimplementasikan konsep IoT pada keran air serta keran pembuangan dari bak mandi. Salah satu permasalahan yang terjadi dengan penggunaan bak mandi biasanya terjadi saat melakukan pengisian ulang air yang telah habis. Karena kapasitas bak mandi pada umumnya besar, diperlukan waktu untuk mengisinya kembali sehingga banyak yang memilih untuk melakukan kegiatan lain sembari menunggu bak mandi terisi penuh. Ketika air pada bak mandi meluap saat pengisian hanya karena keterlambatan untuk menutup keran air yang sedang

mengalir, tentu masalah ini perlu dicermati karena jika air yang terbuang sangat banyak karena keran berjam-jam tidak ditutup akan berimbas pada tagihan air atau tagihan listrik untuk rumah tangga yang menggunakan sumur bor.

Permasalahan terbuangnya air secara percuma ini dapat diatasi dengan teknologi yang dapat membantu untuk mencegah dan mempermudah kegiatan dalam memantau pengisian bak mandi serta pembuang air bak mandi secara *real-time*. *Smart Automatic Water Filler* (SAWF) berbasis Arduino NodeMcu dimana perintah pengisian air dapat dilakukan jarak jauh, melalui aplikasi pengirim pesan instan Telegram. Bot telegram yang dapat ditambahkan oleh pengguna kemudian disediakan untuk memudahkan pengguna. Selain perintah pengisian air, dapat pula dilakukan perintah membuang air, pemberitahuan jika bak air telah penuh dan pemberhentian otomatis jika air telah penuh.

Penelitian sebelumnya dilaksanakan oleh Suhardi [1] dengan merancang penggunaan keran otomatis melalui sensor ultrasonik yang dapat membantu pengguna dalam menggunakan dan menyudahi penggunaan keran air melalui adanya motor servo yang disesuaikan dengan jarak jangkauan pemakaian. Judul penelitian ini adalah Keran Air Otomatis Pada Bak Mandi Berbasis Arduio Uno Menggunakan Sensor Ultrasonik.

Penelitian selanjutnya oleh Aldi Pratama [2] yang menerapkan konsep IoT pada prototipe sistem prabayar PDAM terpadu dengan adanya koordinasi langsung terhadap meteran air masyarakat yang menggunakan PDAM agar dapat langsung dipantau dan diawasi oleh pihak PDAM secara terpusat dan terstruktur melalui adanya aplikasi web yang disediakan. pengisian ulang dapat dilaksanakan secara langsung oleh pelanggan melalui agen resmi dan untuk keluhan atau komunikasi secara langsung dapat dihubungi melalui bot aplikasi telegram PDAM.

Penelitian oleh Antonius Rildo, dkk [3] yang mengangkat mengenai keran otomatis berbasis Arduino Uno. Keran otomatis pada penelitian ini dilaksanakan dengan unsur persamaan dengan keran air pada umumnya yang bergerak secara otomatis. Perbedaan yang dimiliki adalah keran yang dipergunakan memiliki sensor tubuh pengguna sehingga dapat bergerak secara otomatis. Sensor digunakan untuk mendeteksi dua hal yakni pengukuran penggunaan wadah berdasarkan dalamnya wadah tersebut dan pemberhentian air mengalir jika batas sudah mencapai maksimal, kurang lebih seperti penelitian pertama. Hanya saja penelitian pertama menggunakan servo sementara pada penelitian ini digunakan solenoid valve.

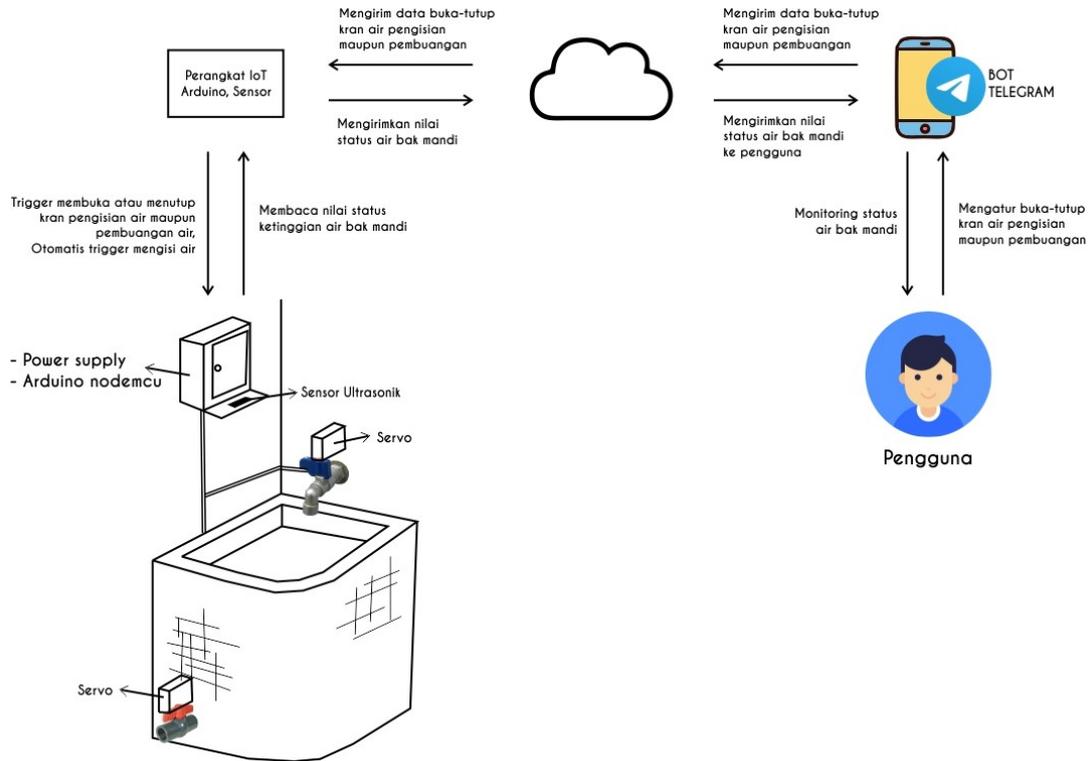
Penelitian mengenai sistem keran otomatis ini sudah banyak dibuat seperti yang telah dijabarkan sebelumnya. Penelitian ini kemudian menggabungkan ide penelitian diatas, dimana pengisian air dapat dilakukan secara otomatis untuk mengisi wadah air serta mematakannya tepat waktu sebelum air meluap, ditambah juga dapat menutup keran sebelum waktunya penuh jika air yang keluar kondisinya tidak baik dan mengatur keran pembuangan secara jarak jauh atau *remote*, dimana sistem tersebut terhubung dengan pengguna melalui *smartphone*. Pengguna hanya perlu memberikan perintah pada bot yang telah di sediakan maka keran-keran tersebut dapat diatur.

2. Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan berdasarkan adanya rangkaian proses melalui analisa bahan dan data yang dibutuhkan oleh penelitian, penulisan data berdasarkan kajian pustaka, rancangan kegiatan hingga pengujian rancangan kegiatan. Penjelasan lebih rinci mengenai proses penelitian melalui uji coba sistem kontrol dan pengawasan keran air bak mandi dilaksanakan berdasarkan IoT.

2.1. Gambaran Umum

Berikut merupakan gambaran sistem yang digunakan dapat dilihat melalui Gambar 1.

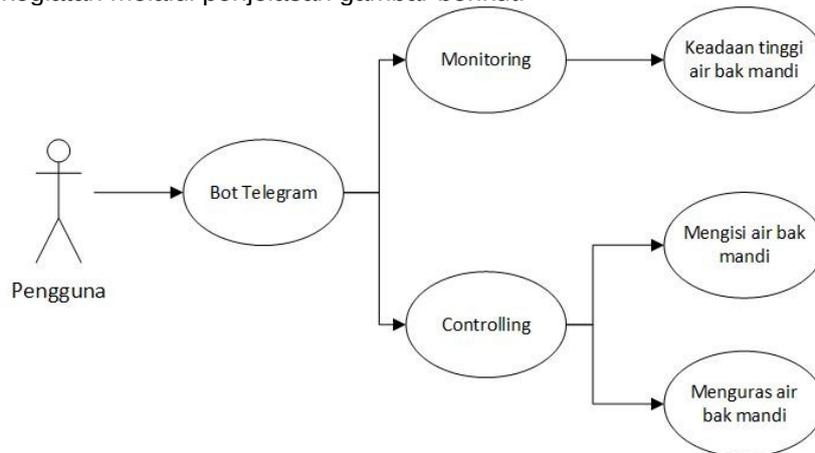


Gambar 1. Gambaran Sistem umum yang digunakan

Sistem umum yang digunakan dijabarkan melalui gambar diatas untuk menjelaskan bahwa pemakai mampu mengakses menggunakan bot yang telah dibuat pada aplikasi telegram untuk melakukan pengaturan buka-tutup keran pengisian maupun pembuangan air bak mandi dan *monitoring* ketinggian air pada bak mandi. Apabila air pada bak mandi berkurang, maka perangkat IoT akan otomatis mengisi air bak mandi sampai penuh dan pengguna akan mendapatkan notifikasi yang dikirimkan oleh bot IoT pada telegram.

2.2. Diagram Use Case

Diagram tahap penggunaan dijabarkan untuk memberi gambaran mengenai tahap pelaksanaan kegiatan melalui penjelasan gambar berikut:

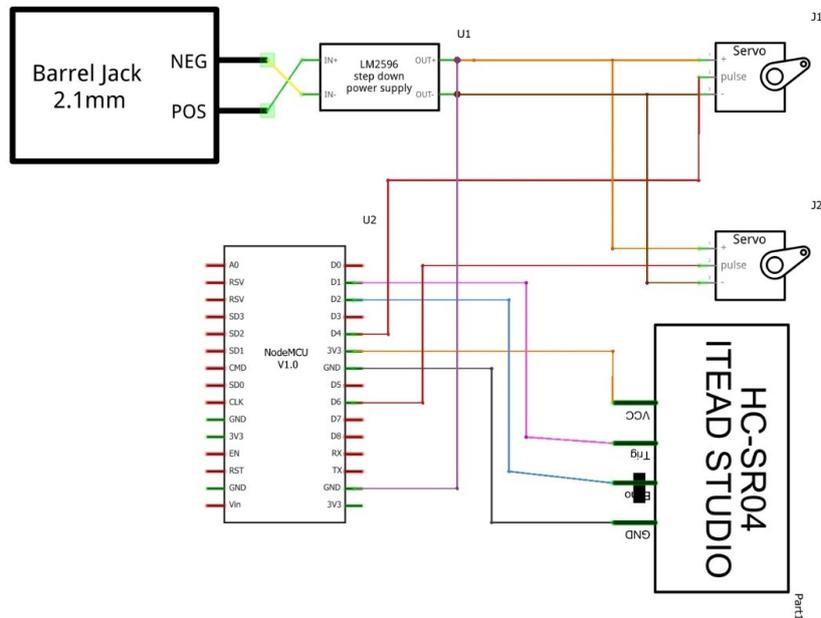


Gambar 2. Diagram penggunaan

Bagi pengguna, dengan pemakaian bot telegram untuk melakukan akses melalui sistem pengawasan dan kontrol secara resmi terhadap perangkat yang disediakan. Pada sistem pengawasan pengguna dapat mengecek ketinggian air pada bak mandi. Pengguna dapat melakukan kontrol melalui bot telegram seperti membuka atau menutup keran untuk mengisi air bak mandi dan menguras atau membuang air pada bak mandi.

2.3. Diagram Skematik

Penggunaan diagram skematik dijabarkan melalui adanya gambaran hubungan antar berbagai sistem melalui rangkaian elektronik dalam hubungannya pada sensor dan mikrokontroler disertai dengan berbagai sistem pendukung lainnya. Penjelasan mengenai diagram skematik akan dijelaskan melalui Gambar 3.



Gambar 3. Diagram skematik

Penggunaan diagram skematik menjelaskan mengenai hubungan sensor dan mikrokontroler Arduino nodemcu yang digunakan untuk memperhatikan perintah yang diberikan hingga kemudian dihubungkan pada bagian sensor, dan servo yang terdiri dari 2 bagian 10kg dan power supply (LM2596) yang dihubungkan ke power ac/dc (Barrel Jack 2.1mm) dan servo. Power supply akan memberi daya untuk kedua servo tersebut karena servo 10kg memerlukan daya 10v, sedangkan pada Arduino hanya memiliki pin dengan daya 3v.

3. Studi Literatur

Penelitian ini menggunakan kajian pustaka berdasarkan teori untuk menunjang keabsahan penelitian sesuai dengan konsep yang berhubungan dengan adanya bahasan dari jurnal maupun buku.

3.1. Internet of Things

Internet of Things dijabarkan sebagai suatu konsep pengiriman data tanpa adanya bantuan manusia dalam memberi tindakan dan dibantu dengan adanya keberadaan perangkat yang tersambung dengan media komunikasi yakni internet.[4][5]. Jika disederhanakan, pelaksanaan IoT tidak memerlukan kontrol langsung oleh pengguna yakni manusia, namun memiliki kelebihan dengan dapat dilaksanakan secara jarak jauh dalam pelaksanaan kontrolnya. Dengan menggunakan teknologi IoT maka pengguna akan dimudahkan dalam koneksi antar sarana dan prasarana operasionalnya karena dibantu oleh sensor dalam penyediaan data secara *independent* [6]. Penelitian yang dilaksanakan menerapkan IoT sebagai konsep penelitiannya dimana servo keran dapat terhubung dengan handphone pengguna.

3.2. Arduino NodeMcu

Arduino NodeMcu didefinisikan sebagai salah satu bagian dari sistem pemrograman Lua dengan menawarkan pengembangan sarana dan prasarana operasional berbasis *open source platform IoT* yakni melalui penggunaan sketsa. Sensor yang digunakan pada sistem ini adalah

untuk penggunaan informasi sehingga dapat diolah menjadi data yang dapat digunakan [7]. Penggunaan NodeMcu sangatlah efisien karena dengan harganya yang terjangkau dan memiliki ukuran mini dengan jumlah 4.83cm x 2.54cm, dan beratnya 7 gram dan dipastikan berkualitas [8].

3.3. Sensor Ultrasonik

Penggunaan sensor terdiri dari dua sesi yakni pemancar dan penerima gelombang bersifat ultrasonik yang tak terjangkau oleh kecepatan manusia dalam kelima inderanya dan dijalankan sesuai dengan arah tujuan yang telah ditentukan [9]. Jika tujuan arah yang ditentukan telah dicapai maka sensor akan memantulkan gelombangnya kearah awal dikeluarkan dengan adanya perhitungan waktu dan jarak [10].

3.4. Motor Servo

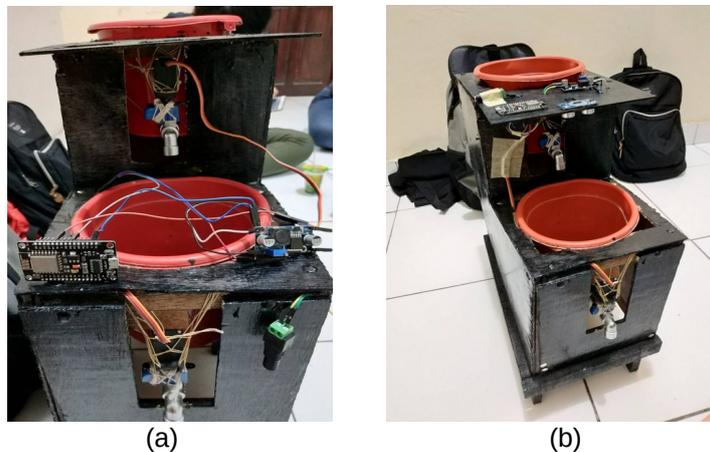
Sistem yang digunakan berdasarkan penggunaan motor sebagai pengumpan balik yang disesuaikan dengan informasi di ruang kontrol [11]. Bagian dari motor servo adalah DC motor, rangkaian gear beserta kontrol dan potensiometer[12]. Potensiometer difungsikan sebagai pembatas putaran servo berdasarkan sudutnya. Cara kerja dengan memanfaatkan motor listrik, yang didalamnya terdapat positionable shaft (poros) yang telah dilengkapi gear (roda gigi). Motor servo dikendalikan oleh sinyal elektrik yang dikonversikan menjadi pulsa untuk menentukan jumlah pada porosnya. Berikut merupakan bagian yang membentuk sebuah motor servo.

4. Hasil dan Pembahasan

Penelitian yang dilaksanakan berdasarkan rancangan dan analisa sistem dijabarkan sebagai berikut:

4.1. Perangkat Keras (*Hardware*)

Pembangunan rancang dengan penggunaan *hardware* dilaksanakan sebagai fungsi kontrol dan mengolah tanaman sesuai dengan gambar berikut:

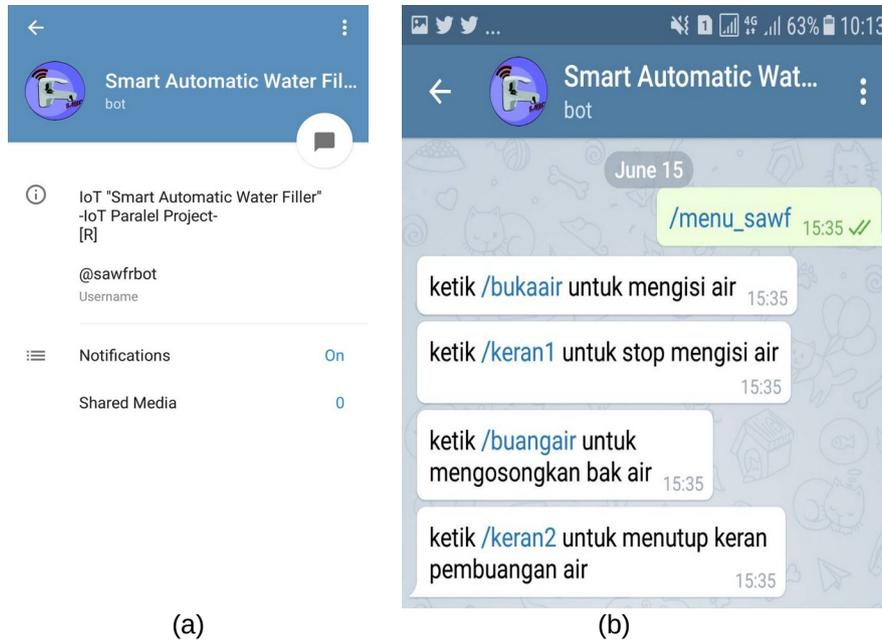


Gambar 4. Hasil perancangan prototipe *hardware*

Gambar 4 (a) merupakan gambar dari rangkaian kabel Arduino nodeMCU ke servo dan *power supply*. Dimana nantinya Arduino akan mengirim perintah *signal* kepada servo. Dimana *power supply* ini berfungsi sebagai sumber daya untuk servo. Keseluruhan kegiatan dilaksanakan berdasarkan adanya rakitan komponen atau alat yang telah dirakit dalam pembuatan *prototype Smart Automatic Water Filler*. Berikut merupakan gambar dari rangkaian keseluruhan komponen sistem SAWF (b).

4.2. Perangkat Lunak (*Software*)

Penggunaan Aplikasi berbasis interface difungsikan dalam pengontrol dan pemantau keran air bak mandi adalah aplikasi *mobile* telegram dengan cara menambahkan bot yang dijabarkan pada gambar berikut:



Gambar 5. Tampilan bot telegram SAWF

Gambar 5 (a) Menunjukkan uji coba terhadap halaman Bot telegram sistem, dimana pengguna menambahkan bot dengan mengetikkan *id/username* Bot sebelumnya. Bot pada telegram sistem *Smart Automatic Water Filler*. Gambar 5 (b) tampilan menu yang disediakan oleh sistem SAWF yakni terdapat 4 perintah diantaranya ialah */bukaair* untuk mengisi air, */keran1* untuk *stop* mengisi air, */buangair* untuk mengosongkan bak air, */keran2* untuk menutup keran pembuangan air.

4.3. Uji Coba dan Kalibrasi Sensor

Pelaksanaan uji coba dilakukan untuk memperhitungkan akuratnya penggunaan sensor melalui data yang dihasilkan melalui perhitungan *Root Mean Square Error* (RMSE). RMSE dilperhitungan melalui data nilai kemudian dibagi berdasarkan ketersediaan contoh data dan dikuadratkan untuk mencapai nilai yang diinginkan baik itu gagal ataupun berhasil. Bagian uji yang dilaksanakan adalah sebagai berikut

4.3.1. Hasil Uji Coba Dan Kalibrasi Sensor Ultrasonik

Hasil dari perbandingan nilai untuk menguji sensor ultrasonic yang digunakan melalui penggaris dijabarkan melalui data berikut:

Tabel 1. Pengujian sensor ultrasonik dengan penggaris

Pengujian Ke-	Pengujian Sensor Ultrasonik			
	Sensor Ultrasonik	Acuan Ukuran	Error	Square Error
1	27.2	27	-0.2	0.04
2	27	27	0	0
3	26.9	27	0.1	0.01
4	26.8	27	0.2	0.04
5	27.1	27	-0.1	0.01
6	27	27	0	0
7	26.9	27	0.1	0.01
8	27	27	0	0
9	27	27	0	0
10	27.1	27	-0.1	0.01
Jumlah Square Error				0.12
Jumlah Data				10
RMSE				0.110

Hasil konstan antar data yang diuji didasarkan pada permukaan datar media yang digunakan dengan adanya pernyataan bahwa sensor yang digunakan lebih besar dibandingkan nilai sesuai penggaris yang digunakan sebagai alat ukur. Adanya unsur kesalahan dapat terjadi jika ada perbedaan cara membaca bagi pengguna sehingga meskipun terjadi perbedaan akan hasil namun tidak berpengaruh secara signifikan. Berdasarkan pelaksanaan uji *Root Mean Squared Error* (RSME), dihasilkan nilai akhir sebesar 0.11 dan tidak terpaud jauh dari keaslian nilai sebelumnya.

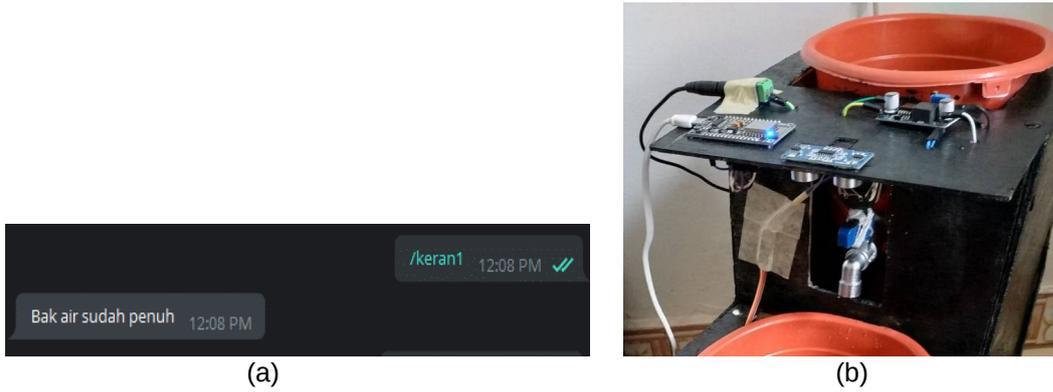
4.3.2. Hasil Pengujian Bot Telegram

Hasil uji coba pada bot telegram dalam melakukan tugas yang dikirimkan melalui perintah bot telegram meliputi membuka-tutup keran air pengisian, membuka-tutup keran air pembuangan.



Gambar 6. Pengujian bot telegram mengisi air

Gambar 6 (a) Menunjukkan uji coba terhadap halaman Bot telegram sistem, pada perintah /bukaair, dimana pengguna akan mengklik kalimat /bukaair maka pada *prototype* yang sudah dibuat sebelumnya akan terjadi pengisian air pada bak air yang sebelumnya telah dikuras sebelumnya. Gambar 6 (b) realisasi percobaan saat menggunakan perintah buka air pada *prototype* ketika sistem diberi perintah /bukaair.



Gambar 7. Pengujian bot telegram menutup keran pengisian air

Gambar 7 (a) menunjukkan uji coba terhadap halaman Bot telegram sistem, pada perintah /keran1, dimana pengguna akan mengklik kalimat /keran1 dan perintah tersebut digunakan untuk menutup keran1 yang menandakan bak air sudah penuh Gambar 7 (b).



Gambar 8. Pengujian bot telegram membuang air

Gambar 8 (a) Menunjukkan uji coba terhadap menu Bot telegram sistem, pada perintah /buangair, dimana pengguna akan mengklik kalimat /buangair maka pada *prototype* yang sudah dibuat sebelumnya akan terjadi pembuangan air pada bak air yang sebelumnya diisi air. Gambar 8 (b) realisasi percobaan saat menggunakan perintah buang air pada *prototype* ketika sistem diberi perintah /buangair.



Gambar 9. Pengujian bot telegram menutup keran pembuang air

Gambar 9 (a) Menunjukkan uji coba terhadap halaman Bot telegram sistem, pada perintah /keran2, dimana pengguna akan mengklik kalimat /keran2 dimana perintah tersebut digunakan untuk menutup keran2 atau pembuangan air yang menandakan pembuangan air telah selesai maka bak mandi sudah kosong Gambar 9 (b).

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan uji coba yang telah dilaksanakan, ditemukan bahwa penggunaan *Smart Automatic Water Filler* dengan basis IoT yang dijalankan sesuai dengan sensor kalibrasi dan uji coba penggunaan aplikasi bot telegram. Hasil kesimpulannya adalah penggunaan sistem telah dinyatakan dapat digunakan oleh pengguna sehingga dapat mengisi bak air yang disediakan dan diatur dengan bot telegram berdasarkan perintah pengguna, serta otomatisasi dalam pengisiannya yang dapat diatur otomatis. Dapat dilaksanakan kontrol dan pengawasan secara langsung oleh pengguna dengan adanya cara membuka tutup keran pengisian dan pembuangan air keran. *Monitoring* kemudian dapat dilakukan pengguna untuk mengetahui ketinggian air eksisting. Melalui penelitian ini, peneliti menyarankan bahwa peranan servo dan keran sebenarnya dapat digantikan oleh solenoid valve hanya saja karena keterbatasan dana maka pada penelitian ini digunakan servo dan keran. Penelitian yang dapat dilaksanakan lebih lanjut untuk mengembangkan hasil dari penelitian ini dapat ditambahkannya sensor lainnya seperti sensor LDR yang digunakan untuk mengetahui tingkat kekeruhan air agar pengguna dapat melakukan pembuangan air, saat diketahui air yang keluar sedang dalam keadaan kotor.

Daftar Pustaka

- [1] Suhardi, "Keran Air Otomatis Pada Bak Mandi Berbasis Arduino Uno Menggunakan Sensor Ultrasonic," *Algoritma. J. Ilmu Komput. dan Inform.*, vol. 03, no. 01, pp. 48–54, 2019, doi: <http://dx.doi.org/10.30829/algoritma.v3i1.4438>.
 - [2] A. Pratama, I. N. Piarsa, and K. S. Wibawa, "PROTOTIPE SISTEM PRABAYAR PDAM TERPADU MENERAPKAN TEKNOLOGI INTERNET OF THING," *Jusikom*, vol. 05, no. 02, pp. 82–95, 2020, doi: 10.32767/JUSIKOM.V5I2.1002.
 - [3] A. Pramudya, A. Alfeto, and C. Cristianti, "Automatic water faucet for water saving," *Ultim. Comput. J. Sist. Komput.*, vol. 12, no. 1 SE-Articles, Jul. 2020, doi: <https://doi.org/10.31937/sk.v12i1.1612>.
 - [4] A. Junaidi, "INTERNET OF THINGS, SEJARAH, TEKNOLOGI DAN PENERAPANNYA : REVIEW," *J. Ilm. Teknol. Inf. Terap.*, vol. 1, no. 03, pp. 62–66, 2015, doi: <https://doi.org/10.33197/jitter.vol1.iss3.2015.66>.
 - [5] S. L. Keoh, S. S. Kumar, and H. Tschofenig, "Securing the Internet of Things: A Standardization Perspective," *IEEE Internet Things J.*, vol. 1, no. 3, pp. 265–275, 2014, doi: 10.1109/JIOT.2014.2323395.
 - [6] P. Isma Oktawiani, I. K. G. Darma Putra, and K. Suar Wibawa, "Sistem Penjemur Pakaian Otomatis Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Android," *J. Ilm. Merpati (Menara Penelit. Akad. Teknol. Informasi); Vol. 6, No. 3, Desember 2018DO - 10.24843/JIM.2018.v06.i03.p09*, Dec. 2018, [Online]. Available: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/merpati/article/view/45481>.
 - [7] I. W. Pande Agustiana Putra, I. N. Piarsa, and K. Suar Wibawa, "Sistem Pendeteksi Kebakaran Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Android," *J. Ilm. Merpati (Menara Penelit. Akad. Teknol. Informasi); Vol. 6, No. 3, Desember 2018DO - 10.24843/JIM.2018.v06.i03.p03*, Dec. 2018, [Online]. Available: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/merpati/article/view/45475>.
 - [8] S. P. Aji, "ALAT MONITORING TETESAN INFUS MENGGUNAKAN WEB SECARA ONLINE BERBASIS ESP8266 DENGAN PEMROGRAMAN ARDUINO IDE," UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA, 2017.
 - [9] H. L. Wiharto and S. Yuliananda, "PENERAPAN SENSOR ULTRASONIK PADA SISTEM PENGISIAN ZAT CAIR DALAM TABUNG SILINDER BERBASIS MIKROKONTROLER ATmega 16," *JHP17 J. Has. Penelit. LPPM*, vol. 01, no. 02, pp. 159–168, 2016, doi: <https://doi.org/10.30996/jhp17.v1i02.923>.
-

- [10] S. R. U. A. S. Renstra C. G. Tangdiongan, Elia Kendek Allo, "Rancang Bangun Alat Bantu Mobilitas Penderita Tunanetra Berbasis Microcontroller Arduino Uno," *E-Journal Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 6, no. 2, pp. 79–86, 2017, doi: <https://doi.org/10.35793/jtek.6.2.2017.16943>.
 - [11] A. Hilal and S. Manan, "PEMANFAATAN MOTOR SERVO SEBAGAI PENGGERAK CCTV UNTUK MELIHAT ALAT-ALAT MONITOR DAN KONDISI PASIEN DI RUANG ICU," *Gema Teknol.*, vol. 17, no. 2, 2015, doi: 10.14710/gt.v17i2.8924.
 - [12] M. R. Rahmadi, Yamato, and E. Wismiana, "SISTEM WIRELESS BERBASIS MIKROKONTROLLER ATMEGA 2560 PADA APLIKASI PEMBUATAN CUKA KAYU DENGAN PEMBAKARAN SAMPAH ORGANIK," *J. ONLINE Mhs. Bid. Tek. ELEKTRO*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2018, [Online]. Available: <https://jom.unpak.ac.id/index.php/teknikelektro/article/view/1011>.
-