

Rancang Bangun *Smart Water Control* Berbasis *Arduino* dengan Motor *Stepper* dan Sensor Ultrasonik

Micko Tomas^{1*}, Illa Aryeni², Aggrivina Dwihaarzandis³, Zaini Zaini¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Prodi Teknik Elektro, Universitas Andalas, Padang, Indonesia

²Jurusan Teknik Elektro, Prodi Teknologi Rekayasa Elektronika, Politeknik Negeri Batam, Batam, Indonesia

³Jurusan Teknik Elektro, Prodi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat, Padang, Indonesia

*Email: micko.tomas@eng.unand.ac.id

Received on 29-04-2025 | Revised on 04-05-2025 | Accepted on 25-06-2025

Abstrak—Pemborosan air akibat kelalaian mematikan keran sering terjadi di rumah tangga, asrama, dan fasilitas umum. Air yang meluap tidak hanya boros tetapi juga dapat merusak properti. Beberapa penelitian sebelumnya menggunakan sensor level air atau *solenoid valve*, namun masih memiliki keterbatasan presisi dan fleksibilitas, terutama untuk keran air konvensional. Penelitian ini mengusulkan *Smart Water Control* berbasis *Arduino* dengan motor *stepper* dan sensor ultrasonik untuk solusi lebih presisi dan adaptif. Sistem ini mengintegrasikan motor *stepper* EM-93 03611 STH-39D172, *Arduino* UNO, dan sensor Ultrasonik SRF04 untuk memantau ketinggian air. *Arduino* mengendalikan motor *stepper* guna memutar keran 90° sebanyak 50 langkah per-siklus secara otomatis dengan buka-tutup berdasarkan data sensor. Kebaruan dari sistem ini terletak pada penggunaan motor *stepper* untuk keran mekanis konvensional yang memungkinkan kontrol presisi tanpa modifikasi *plumbing*.

Kata Kunci: *Arduino* UNO, Automatisasi Pengendalian Air, Motor *Stepper*, Sensor Ultrasonik SRF04, *Smart Water Control*.

Abstract—Water wastage due to negligence in turning off taps frequently occurs in households, dormitories, and public facilities. Overflowing water not only leads to waste but can also cause property damage. Several previous studies have employed water level sensors or solenoid valves, yet these approaches still face limitations in precision and flexibility, particularly when applied to conventional taps. This study proposes an *Arduino*-based *Smart Water Control* system utilising a stepper motor and ultrasonic sensor as a more precise and adaptable solution. The system integrates an EM-93 03611 STH-39D172 stepper motor, *Arduino* UNO, and SRF04 ultrasonic sensor to monitor the water level. Based on sensor data, the *Arduino* controls the stepper motor to automatically rotate the tap 90° in 50 steps per cycle for opening and closing. The innovation of this system is its use of a stepper motor to operate traditional mechanical valves, allowing for accurate control without altering the existing plumbing setup.

Keywords: *Arduino* UNO, *Smart Water Control*, *Stepper* Motor, Ultrasonic Sensor SRF04, *Water Control Automation*.

I. PENDAHULUAN

DUNIA perkembangan teknologi elektronika telah membawa pengaruh besar pada berbagai bidang kehidupan manusia, terutama dalam sistem kendali dan otomasi. Elektronika adalah ilmu yang mempelajari perilaku elektron dalam rangkaian elektronik untuk mengontrol, mengolah, dan memanfaatkan energi listrik melalui komponen-komponen elektronik seperti sensor, aktuator, dan mikrokontroler [1]. Salah satu penerapan elektronika yang semakin berkembang adalah dalam penggunaan sistem kendali otomatis untuk mengatasi masalah sehari-hari, seperti pengelolaan konsumsi air secara efisien [2].

Elektronika, sebagai cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari aliran elektron pada komponen, telah melahirkan berbagai teknologi, salah satunya adalah motor *Stepper* [3]. Motor *Stepper* banyak digunakan sebagai alat konversi energi listrik menjadi gerakan mekanik yang presisi, dikendalikan melalui kombinasi sinyal digital [4], [5], [6]. Seiring dengan meningkatnya kesibukan manusia dalam kehidupan moderen, kelalaian terhadap hal-hal kecil seperti mematikan keran air menjadi masalah yang sering terjadi. Selain mengakibatkan pemborosan air, hal ini juga berdampak pada peningkatan konsumsi energi listrik karena penggunaan pompa air yang terus menerus. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dirancang sebuah sistem kendali otomatis yang memanfaatkan teknologi motor *stepper*, sensor ultrasonik, dan mikrokontroler *Arduino* UNO. Motor *stepper* dipilih karena kemampuannya untuk menghasilkan gerakan presisi yang dapat diatur secara digital [7], [8]. Sementara itu, sensor ultrasonik SRF04 digunakan untuk mendeteksi ketinggian air di dalam bak mandi dengan memanfaatkan prinsip pengukuran waktu tempuh gelombang ultrasonik. Mikrokontroler *Arduino* UNO bertindak sebagai otak sistem, memproses data yang diterima dari sensor, dan memberikan perintah kepada motor *stepper* untuk membuka atau menutup keran air [9], [10]. Sistem ini dirancang dengan mekanisme kerja sebagai berikut: sensor ultrasonik

SRF04 mengukur ketinggian air, Arduino UNO memproses data tersebut, dan motor *stepper* menggerakkan keran air sesuai kebutuhan. Dengan desain ini, keran air dapat membuka atau menutup secara otomatis, sehingga pemborosan air dan energi listrik dapat diminimalkan [11]. Solusi ini diharapkan dapat mengoptimalkan efisiensi penggunaan air dan energi listrik, serta menjadi kontribusi teknologi dalam menyelesaikan masalah sehari-hari di lingkungan perkantoran, asrama, maupun rumah tangga [12], [13], [14], [15], [16].

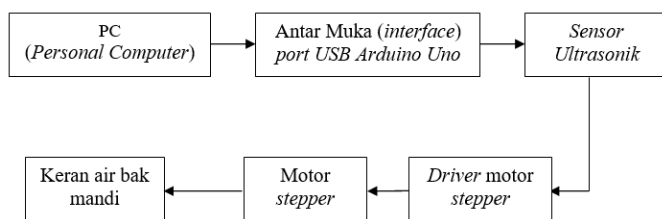
II. METODE PENELITIAN

A. Sistem Kendali Otomatis

Sistem kendali otomatis merupakan implementasi teknologi yang mengintegrasikan sensor, mikrokontroler, dan aktuator untuk mengontrol proses secara efisien. Dalam penelitian ini, sistem kendali otomatis dirancang untuk mengatur konsumsi air di bak mandi dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Sensor Ultrasonik SRF04 mengukur jarak antara sensor dan permukaan air.
2. Mikrokontroler Arduino UNO membaca data dari sensor, memproses data dengan logika kontrol, dan memberikan perintah ke motor *Stepper*.
3. Motor *Stepper* membuka atau menutup keran air berdasarkan instruksi dari mikrokontroler.

Penelitian ini memanfaatkan logika kontrol tersebut untuk menciptakan sistem kendali otomatis yang efisien dan efektif dengan tujuan mengurangi pemborosan air akibat kelalaian manusia. Adapun diagram blok sistem kontrol motor *Stepper* berbasis mikrokontroler Arduino UNO dan Sensor Ultrasonik SRF04 yang dirancang tersebut ditunjukkan dan dapat dilihat pada Gambar 1 berikut :



Gambar 1. Diagram blok sistem yang dirancang

Diagram blok yang ditampilkan pada Gambar 1 di atas menggambarkan sistem kontrol otomatisasi untuk mengatur keran air bak mandi menggunakan teknologi berbasis mikrokontroler Arduino UNO, motor *Stepper*, dan sensor ultrasonik. Personal computer digunakan untuk memberikan input atau konfigurasi awal pada sistem melalui antarmuka USB. PC juga bertugas mengunggah program kontrol ke mikrokontroler Arduino UNO. PC berkomunikasi dengan Arduino UNO melalui antarmuka USB. Data dan perintah yang dikirimkan dari PC diteruskan ke Arduino untuk diproses lebih lanjut. Sensor ultrasonik mendeteksi ketinggian air di dalam bak mandi. Data pengukuran dari sensor ini dikirim ke Arduino UNO untuk dianalisis. *Driver motor Stepper* menerima perintah dari Arduino UNO berdasarkan hasil analisis data sensor.

Driver ini bertugas mengontrol daya dan sinyal untuk menggerakkan motor *Stepper* secara akurat. Motor *Stepper* bertindak sebagai aktuator yang membuka atau menutup keran air. Motor ini digerakkan berdasarkan jumlah langkah dan arah rotasi yang ditentukan oleh *driver* motor. Keran air adalah komponen akhir yang dikendalikan oleh motor *Stepper*. Keran ini akan membuka atau menutup sesuai kebutuhan, bergantung pada tinggi permukaan air yang terdeteksi oleh sensor ultrasonik.

B. Bahan dan Komponen Penelitian

Sistem kontrol otomatisasi keran air bak mandi dirancang menggunakan mikrokontroler Arduino UNO, sensor Ultrasonik SRF04, motor *stepper* tipe EM-93 03611 STH-39D172, dan sebuah komputer PC. Perancangan sistem ini terdiri dari dua komponen utama, yaitu perangkat keras dan perangkat lunak. Pada aspek perangkat keras, perancangan mencakup sistem kontrol motor *Stepper*, *driver* motor *Stepper*, antarmuka USB untuk Arduino UNO, dan sensor ultrasonik SRF04. Catu daya digunakan sebagai sumber arus, dengan spesifikasi 12 Volt dan 5 Volt untuk mendukung rangkaian *driver* motor *stepper*. Motor *stepper* dihubungkan ke rangkaian *driver* melalui header pin, sementara *driver* diintegrasikan dengan Arduino UNO melalui antarmuka USB.

Di sisi perangkat lunak, sistem ini menggunakan bahasa pemrograman C melalui Library Arduino untuk mengendalikan putaran motor *Stepper*. Bahasa C digunakan karena kompatibilitasnya dengan Arduino dan kemudahannya dalam mengontrol perangkat keras. Library Arduino UNO yang digunakan menyediakan fungsi-fungsi tingkat tinggi untuk mempermudah pengembangan program, seperti fungsi untuk membaca data dari sensor ultrasonik dan mengontrol rotasi motor *Stepper*. Program ini dirancang pada komputer dan diunggah ke Arduino UNO, yang mendukung bahasa tingkat tinggi untuk mempermudah proses pengoperasian. Dengan kombinasi perangkat keras dan perangkat lunak ini, sistem mampu menjalankan otomatisasi keran air secara efisien dan andal.

C. Rancangan Perangkat Keras

1. Driver Motor Stepper

Motor *Stepper* yang digunakan pada penelitian memiliki spesifikasi yang dapat dilihat pada Tabel I dan Tabel II berikut ini:

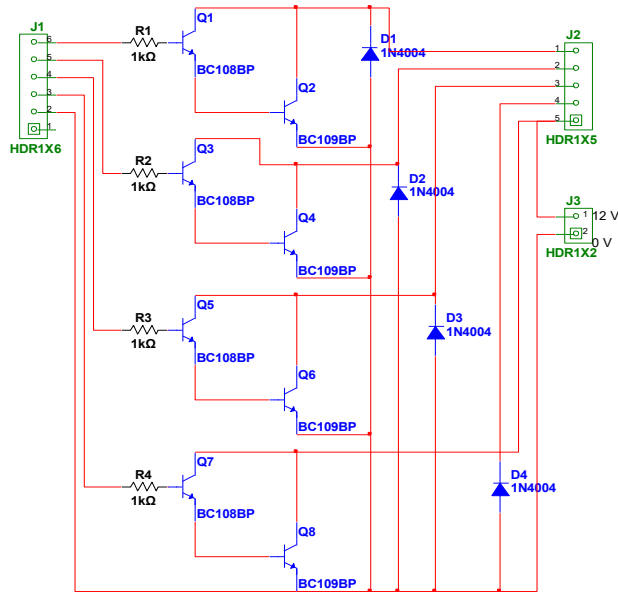
TABEL I
SPESIFIKASI MOTOR STEPPER

Kategori	Spesifikasi
Model motor <i>Stepper</i>	EM-93 STH-39D172
Jenis motor	unipolar motor
Tipe motor	Variable Reluctance
Jumlah Phase	4
Sudut langkah	1.8 derajat (satu langkah)
Satu putaran penuh	200 langkah
Akurasi sudut langkah	5%
Jumlah kabel	6 kabel
Tegangan	3,7 Volt
Shaft Configuration	Single
Shaft Diameter	5 mm

TABEL II
IDENTIFIKASI KABEL MOTOR *STEPPER*

Kabel	Warna
Phase A (fasa A)	<i>Brown</i> (cokelat)
V+ (+12 V)	<i>White</i> (putih)
Phase/A (fasa/A)	<i>Red</i> (merah)
Phase B (fasa B)	<i>Orange</i> (oranye)
V+ (+12 V)	<i>Black</i> (hitam)
Phase/B (fasa/B)	<i>Yellow</i> (kuning)

Untuk dapat menggerakkan motor *Stepper*, maka digunakan suatu rangkaian *driver* motor *stepper*. Gambar rangkaian *driver* motor *Stepper* dapat dilihat pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Rangkaian *driver* motor *Stepper*

Motor *stepper* dikontrol dengan mikrokontroler Arduino UNO melalui USB Port Arduino dengan menggunakan konektor pin 8, pin 9, pin 10, pin 11 dengan memberi logika high dan low secara bergantian lewat mikrokontroler. Terminal common pada motor *stepper* diberi catu daya 12 V dan groundnya dihubungkan ke pin 25 konektor port paralel DB-25. Rangkaian *driver* motor *stepper* terdiri transistor yang berfungsi sebagai sakelar (*switch*). Setiap data eksitasi yang diinputkan dari mikrokontroler akan menyebabkan transistor aktif (*high*), maka pada basis transistor terdapat tegangan $V_{BE} = 0,8 \text{ V}$, sehingga transistor menghantar sampai ke daerah jenuh. Akibatnya tegangan antara kolektor dan emitor transistor terjadi hubungan singkat dengan tegangan kolektor dan emitor ($V_{CE} = 0 \text{ V}$).

Hal ini menandakan bahwa transistor beroperasi pada keadaan tertutup sehingga menyebabkan lilitan stator motor *stepper* tereksitasi dengan tegangan 5 V. Komponen utama rangkaian ini adalah sebuah buffer arus yang bertugas memperkuat arus logika agar motor *stepper* dapat bergerak. *Buffer* tersebut dibuat dengan menggabungkan dua transistor bipolar npn dalam konfigurasi *Darlington* guna menghasilkan penguatan arus yang besar.

2. Antarmuka (*interface*) USB Arduino UNO

Komunikasi antara Arduino UNO dan komputer (PC) dilakukan melalui konektor USB yang menghubungkan kedua perangkat. Konektor ini berfungsi untuk mengubah koneksi USB menjadi sinyal serial 5 V pada pin TX dan RX, sehingga memungkinkan Arduino UNO dan komputer untuk saling berkomunikasi. Proses ini menggunakan chip FTDI FT232RL yang didukung oleh *driver* bawaan dari perangkat lunak Arduino. Untuk integrasi dengan sensor Ultrasonik SRF04 dan motor *Stepper*, Arduino UNO memanfaatkan pin-pin digital pada papan mikrokontrolernya. Sensor Ultrasonik SRF04 dihubungkan ke pin digital 12 dan 13. Pin 12 dikonfigurasi untuk menerima sinyal *Echo Pulse Output*, sementara pin 13 digunakan untuk mengirim sinyal *Trigger Pulse Input*. Terminal suplai 5 V dari sensor dihubungkan ke pin suplai 5 V pada Arduino UNO, dan terminal ground (0V) sensor terhubung ke port GND pada Arduino UNO.

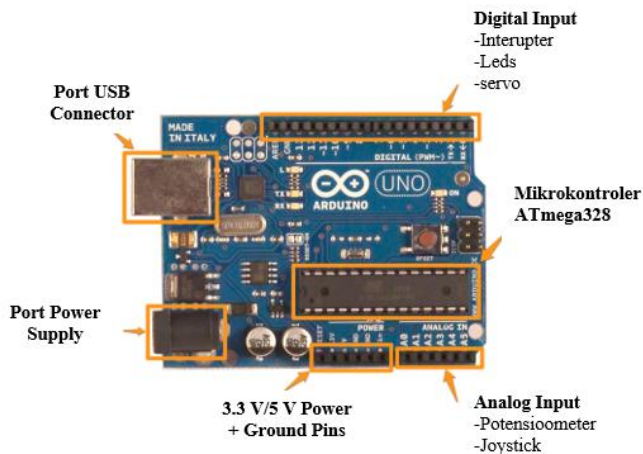
Sementara itu, motor *Stepper* dihubungkan ke pin digital 8, 9, 10, dan 11. Kabel fase A (cokelat) dihubungkan ke pin 8, kabel fase /A (merah) ke pin 9, kabel fase B (oranye) ke pin 10, dan kabel fase /B (kuning) ke pin 11. Konfigurasi ini memungkinkan keempat kabel fasa motor *Stepper* untuk dikontrol secara presisi melalui sinyal input yang berasal dari sensor Ultrasonik SRF04, sehingga motor dapat berputar sesuai kebutuhan untuk membuka atau menutup keran air. *Interface* Arduino UNO dengan motor *Stepper*, sensor Ultrasonik SRF04 dan CPU dapat dilihat pada Tabel III berikut:

TABEL III
INTERFACE SISTEM KONTROL

Motor <i>Stepper</i> /SRF04	Port Arduino UNO
Signal 5 V	Pin-5 Volt
Echo Pulse Output	Pin-12
Trigger Pulse Input	Pin-13
0 V Ground SRF04	Pin-0 Volt (GND)
phase A (cokelat)	Pin-8
phase/A (merah)	Pin-9
phase B (orange)	Pin-10
phase/B (kuning)	Pin-11
PC (Computer)	Port USB

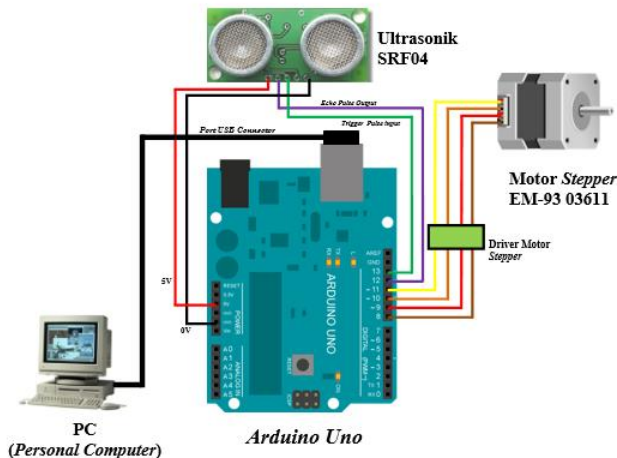
Tabel III menggambarkan konfigurasi koneksi antara sensor ultrasonik SRF04 dan motor *stepper* dengan mikrokontroler Arduino UNO. Sensor SRF04 terhubung ke Arduino melalui empat jalur utama: tegangan suplai 5 V disambungkan ke pin 5 V Arduino, sinyal Echo diarahkan ke pin digital 12, sinyal Trigger ke pin digital 13, serta jalur ground dihubungkan ke pin GND (0 V) Arduino. Untuk motor *stepper*, kontrol dilakukan melalui empat jalur fasa yang terhubung ke pin digital Arduino, yaitu: fasa A (dengan kabel cokelat) ke pin 8, fasa A (dengan kabel merah) ke pin 9, fasa B (kabel oranye) ke pin 10, dan fasa B (kabel kuning) ke pin 11. Sementara itu, komunikasi antara Arduino dan komputer dilakukan melalui sambungan port USB.

Dengan susunan ini, Arduino UNO dapat menjalankan fungsi kontrol motor stepper serta membaca data dari sensor SRF04 secara efektif melalui koneksi pin yang telah ditetapkan dengan jelas. Kombinasi koneksi ini memastikan komunikasi yang efektif antara sensor, motor *stepper*, dan Arduino UNO dalam mendukung otomatisasi sistem. Untuk gambar komponen-komponen Arduino UNO dapat dilihat pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Komponen Board Arduino UNO

Adapun untuk gambar Interface Arduino UNO, Motor *Stepper*, Ultrasonik SRF04 dan CPU dapat dilihat pada Gambar 4 berikut:



Gambar 4. Interface Sistem Kontrol

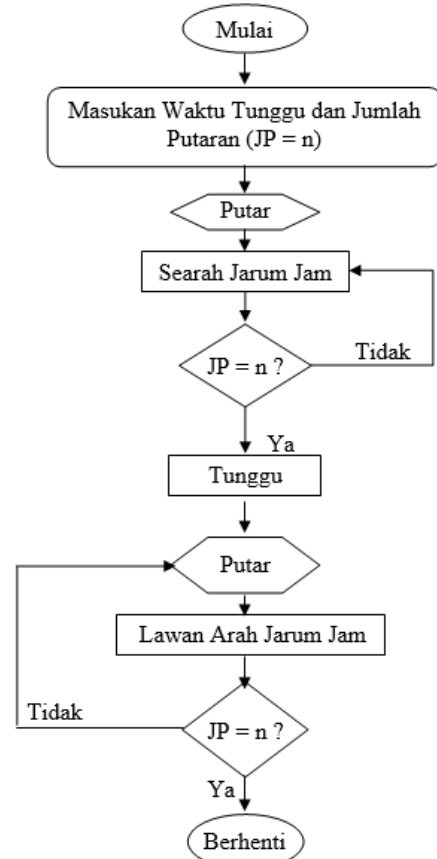
Dari Gambar 4 di atas terlihat bahwa Arduino UNO dapat dikoneksikan dengan beberapa komponen elektronik sekaligus. Interface Arduino UNO dapat dihubungkan dengan PC, motor *stepper*, sensor ultrasonik SRF04 untuk menghasilkan suatu sistem kontrol untuk memutar motor *stepper* sesuai dengan yang diharapkan. Dari rancangan di atas sensor Ultrasonik SRF04 langsung dihubungkan dengan pin-5 V dan pin-0 V (GND) pada board Arduino UNO sehingga sensor tidak memerlukan lagi rangkaian tambahan untuk catu daya.

Sedangkan Arduino UNO mendapatkan *supply power* dari *port USB connector* ke PC.

D. Rancangan Perangkat Lunak

1. Diagram Alir Program

Diagram alir (*flowchart*) program sistem kontrol dapat dilihat pada Gambar 5 berikut:



Gambar 5. Diagram alir program

Berdasarkan diagram alir pada Gambar 5, berikut adalah langkah-langkah sistematis dalam mengoperasikan sistem kontrol motor *stepper* berbasis Arduino UNO dan sensor ultrasonik SRF04 untuk otomatisasi keran air:

a. Menghidupkan Sistem

Mulailah dengan menghidupkan (*on*) CPU dan motor *stepper*. Pastikan arus listrik telah diberikan pada catu daya yang terhubung dengan motor *stepper* sehingga seluruh sistem dapat bekerja secara optimal.

b. Pengaturan Parameter Awal

Masukkan parameter awal ke dalam program Arduino UNO, seperti jeda waktu tunggu (*delay time*) dan jumlah putaran motor *stepper* ($JP = n$) yang diinginkan. Sistem kemudian akan mengendalikan motor *stepper* untuk bergerak searah jarum jam (*clockwise*).

c. Aktivasi Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik SRF04 akan aktif untuk mendeteksi jarak ketinggian permukaan air di dalam bak mandi. Jika permukaan air telah mencapai batas jarak yang telah ditetapkan dalam

program Arduino UNO, sistem akan menginstruksikan motor untuk membuka atau menutup keran air.

d. Pembukaan Keran Air

Ketika sensor mendeteksi bahwa permukaan air berada pada level ketinggian yang sesuai dengan nilai yang telah diinputkan, motor *stepper* akan bergerak searah jarum jam untuk membuka keran air dan kemudian berhenti pada posisi tertentu.

e. Verifikasi Jumlah Putaran

Sistem akan memeriksa apakah jumlah putaran motor *stepper* telah mencapai n . Jika belum, motor *stepper* akan kembali bergerak sesuai arah yang ditentukan, kemudian berhenti untuk menunggu jeda waktu yang telah diatur.

f. Penutupan Keran Air

Setelah jeda waktu tunggu selesai, motor *stepper* akan bergerak berputar ke arah berlawanan jarum jam (*counter-clockwise*). Jumlah putaran motor *stepper* akan disesuaikan dengan level ketinggian air yang terdeteksi oleh sensor.

g. Pengulangan Hingga Jumlah Putaran Tercapai

Jika jumlah putaran motor *stepper* belum mencapai n , maka motor akan terus bergerak sesuai arah yang ditentukan hingga jumlah putaran yang diinginkan tercapai.

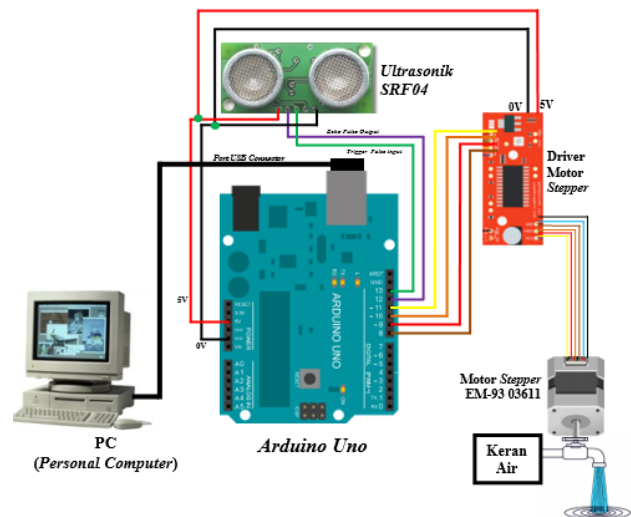
h. Mengakhiri Proses

Setelah jumlah putaran yang diinputkan telah tercapai, motor *stepper* akan berhenti sepenuhnya. Proses kontrol otomatisasi ini berakhir, dan sistem akan siap untuk dioperasikan kembali jika diperlukan.

Langkah-langkah ini dirancang untuk memastikan bahwa sistem kontrol bekerja secara akurat dan efisien dalam mengatur buka-tutup keran air berdasarkan tingkat ketinggian air yang terdeteksi.

2. Rancangan Akhir Sistem Kontrol

Perancangan secara keseluruhan dari sistem kontrol motor *stepper* berbasis mikrokontroler dan sensor terdiri atas 6 komponen yaitu: PC, *driver* motor *stepper*, motor *stepper*, mikrokontroler Arduino UNO, Sensor Ultrasonik SRF04 dan keran air. Skema akhir perancangan sistem kontrol ini dapat dilihat pada Gambar 6 berikut:



Gambar 6. Rancangan akhir sistem kontrol

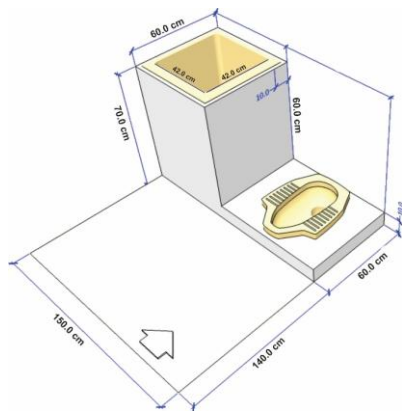
Gambar 6 di atas menunjukkan skema akhir rancangan sistem kontrol untuk otomatisasi keran air, dimana motor *stepper* dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino UNO menggunakan bahasa pemrograman C. PC yang telah diinstal perangkat lunak Arduino UNO berfungsi untuk mengirimkan perintah kendali ke motor *stepper* melalui antarmuka (*interface*) menggunakan koneksi USB. Perintah dari mikrokontroler ini diteruskan ke motor *stepper* melalui *driver* motor *stepper*. *Driver* motor *stepper* mendapatkan suplai arus dari rangkaian catu daya dengan tegangan 12 V dan 5 V, di mana *driver* motor *stepper* sendiri menggunakan suplai 5 V untuk beroperasi.

Berdasarkan perintah yang dikirimkan dari CPU melalui *driver* yang disuplai arus oleh catu daya, motor *stepper* akan bergerak untuk membuka atau menutup keran air sesuai dengan instruksi yang diberikan dan akan berhenti sesuai dengan kontrol yang telah diprogram. Rancangan ini memastikan sistem bekerja secara efisien dalam mengatur otomatisasi keran air.

III. HASIL DAN DISKUSI

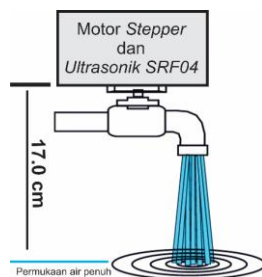
A. Gambaran Fisik Dimensi Objek Kontrol

Untuk gambaran dimensi fisik dari objek kontrol, dalam hal ini sebagai objek kontrol adalah kran air dan bak mandi dapat dilihat pada Gambar 7 berikut:



Gambar 7. Dimensi fisik bak mandi

Untuk jarak kran air dan sensor dengan permukaan air dalam kondisi bak mandi penuh dapat dilihat pada ilustrasi Gambar 8 berikut:



Gambar 8. Jarak sensor dengan permukaan air bak mandi

Dari Gambar 8 dapat dilihat bahwa motor *stepper* dan sensor ultrasonik SRF04 diposisikan di atas kran air. Motor *stepper* dipasang pada pemutar kran dan sensor ultrasonik SRF04 diposisikan menghadap ke permukaan air sehingga dapat mendeteksi level ketinggian permukaan air yang menjadi parameter pengontrolan putaran motor *stepper*. Jarak pemancar (*transmitter*) dan penerima (*receiver*) sensor ultrasonik SRF04 dari permukaan air ketika bak mandi terisi penuh adalah 17 cm. Ketika sensor mendeteksi level ketinggian permukaan air adalah 17 cm, maka mikrokontroler akan memberikan perintah kepada motor untuk berputar 90° berlawanan arah jarum jam (*counterclockwise*) untuk menutup keran. Ketika jarak sensor dengan tinggi permukaan air lebih kecil dari 17 cm maka motor *stepper* berada dalam posisi *stand by*.

B. Pengujian Motor Stepper dengan Arduino UNO

Pengujian motor *stepper* dilakukan dengan memberikan tegangan 12 VDC pada kaki *common* motor, lalu lilitan-lilitan motor *stepper* dihubungkan ke *ground* secara bergantian sehingga motor berputar searah jarum jam. Dari pengujian ini, dapat disimpulkan bahwa motor *stepper* bekerja dengan baik dan lancar jika semua langkah tersebut berhasil dilakukan. Namun, jika ada satu saja kesalahan dalam pengujian, motor *stepper* tidak dapat digunakan. Selain itu, pengujian putaran motor *stepper* juga bisa dilakukan menggunakan pemrograman Arduino UNO untuk mengatur putaran searah jarum jam

(*clockwise*) maupun berlawanan arah jarum jam (*counterclockwise*). Hasil pengujian putaran motor dengan mikrokontroler Arduino UNO dapat dilihat pada Tabel IV berikut:

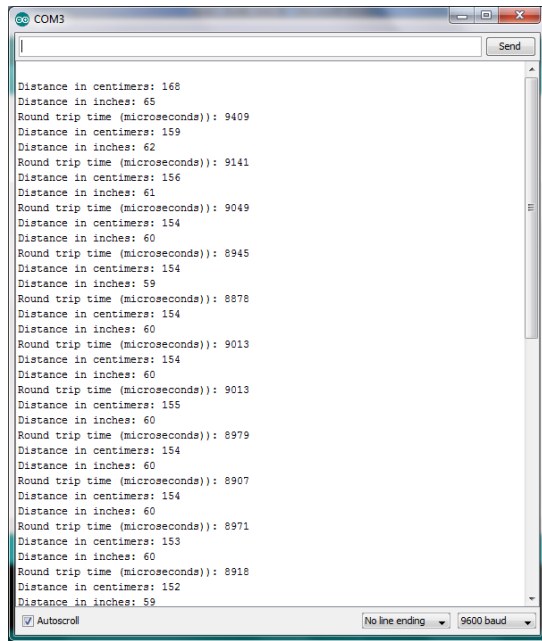
TABEL IV
INTERFACE SISTEM KONTROL

Step	Sudut	rpm	Arah (CW)	Arah (CCW)
25	45°	60	ke kanan	ke kiri
50	90°	60	ke kanan	ke kiri
75	135°	60	ke kanan	ke kiri
100	180°	60	ke kanan	ke kiri
125	225°	60	ke kanan	ke kiri
150	270°	60	ke kanan	ke kiri
200	315°	60	ke kanan	ke kiri

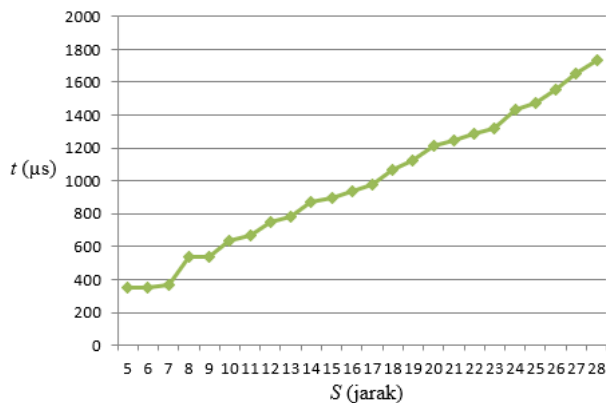
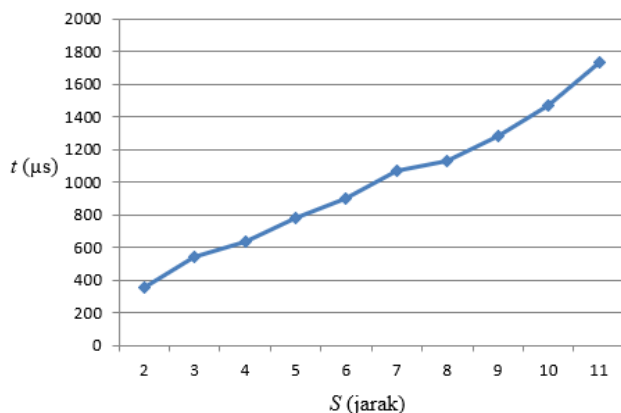
C. Pengujian Sensor Ultrasonik SRF04

Dalam pengujian ini, dilakukan evaluasi untuk membandingkan waktu tempuh gelombang ultrasonik terhadap jarak antara sensor dengan objek, dengan mempertimbangkan kecepatan suara sebagai parameter utama. Penulis merancang simulasi yang menggunakan sensor ultrasonik SRF04, di mana jarak yang terdeteksi oleh sensor secara otomatis dikonversi ke dalam dua satuan pengukuran, yaitu *centimeter* dan *inch*. Selain itu, waktu tempuh gelombang ultrasonik, yang meliputi durasi perjalanan gelombang dari transmitter hingga pantulannya diterima oleh *receiver*, dihitung dan dikonversi ke dalam satuan *microseconds* untuk analisis lebih rinci. Proses pengukuran dilakukan melalui simulasi pada mikrokontroler Arduino UNO, yang berfungsi sebagai pengendali utama dalam eksperimen ini. Arduino UNO diprogram untuk membaca data dari sensor Ultrasonik SRF04, memproses informasi, dan menampilkan hasilnya dalam bentuk jarak dan waktu tempuh. Konversi jarak dilakukan berdasarkan perhitungan kecepatan suara (344 m/s dalam kondisi normal) dan waktu tempuh yang diperoleh dari gelombang ultrasonik.

Pada hasil pengujian yang ditampilkan pada Gambar 9, sensor SRF04 menunjukkan kemampuan mendeteksi jarak objek secara akurat. Data jarak yang diukur oleh sensor dikonversikan ke dalam satuan *centimeter* dan *inch*, memungkinkan hasil pengukuran untuk memenuhi kebutuhan internasional atau format yang diinginkan. Di sisi lain, waktu tempuh yang dihitung mewakili durasi perjalanan gelombang suara dari sensor ke objek dan kembali ke sensor. Waktu ini dikonversi ke satuan *microseconds* untuk mempermudah analisis teknis dan simulasi.



Gambar 9. Hasil pengujian sensor ultrasonik SRF04 dengan Arduino UNO

Gambar 10. Grafik perbandingan jarak (*centimeter*) dengan waktu (*microseconds*) sensor ultrasonik SRF04Gambar 11. Grafik perbandingan jarak (*inch*) dengan waktu (*microseconds*) sensor ultrasonik SRF04

Berdasarkan data pengujian yang ditampilkan pada grafik Gambar 10 dan Gambar 11, dapat disimpulkan bahwa semakin jauh jarak antara sensor dengan objek penghalang, semakin lama waktu yang dibutuhkan *receiver* untuk menerima sinyal

pantul dari *transmitter*, dan sebaliknya. Dengan demikian, hubungan antara jarak dan waktu tersebut bersifat linear.

D. Pengujian Sistem Kontrol Motor Stepper dengan Sensor Ultrasonik SRF04 berbasis mikrokontroler Arduino UNO

Setelah dilakukan pengujian pada motor *stepper* dan sensor ultrasonik maka selanjutnya adalah melakukan pengujian terhadap sistem kontrol secara keseluruhan dimana komponen komponen yang diuji adalah motor *stepper*, sensor ultrasonik dan mikrokontroler Arduino UNO. *Interface* antara ketiga komponen tersebut saling terkoneksi. Motor *stepper* akan berputar jika mendapat input masukan dari sensor ultrasonik yang dikirimkan melalui mikrokontroler. Hasil pengujian sistem kontrol tersebut dapat dilihat pada Tabel 5 berikut:

TABEL V
HASIL PENGUJIAN SISTEM KONTROL

Ultrasonik SRF04			Motor Stepper		
cm	inch	μs	step	CW	CCW
5	2	350	50	OFF	OFF
6	2	347	50	OFF	OFF
7	2	363	50	OFF	OFF
8	3	537	50	OFF	OFF
9	3	540	50	OFF	OFF
10	4	633	50	OFF	OFF
11	4	666	50	OFF	OFF
12	4	747	50	OFF	OFF
13	5	781	50	OFF	OFF
14	5	872	50	OFF	OFF
15	6	896	50	OFF	OFF
16	6	936	50	OFF	OFF
17	6	976	50	OFF	ON
69	26	3491	50	ON	OFF

Berdasarkan data pada Tabel 5, koneksi motor *Stepper* dengan sensor ultrasonik SRF04 berfungsi dengan baik. Motor *Stepper* berputar searah jarum jam (CW) sejauh 90° dengan 50 langkah dan kecepatan 80 rpm untuk membuka keran saat sensor mendeteksi jarak lebih dari 67 cm. Sebaliknya, motor berputar berlawanan arah jarum jam (CCW) sejauh -90° dengan langkah dan kecepatan yang sama untuk menutup keran saat jarak terdeteksi 17 cm.

Jika jarak yang terdeteksi berada di bawah 67 cm atau di bawah 17 cm, motor berada dalam posisi standby. Pengaturan ini diatur menggunakan fungsi *void loop* pada program kontrol Arduino UNO, yang memungkinkan sistem bekerja otomatis tanpa memerlukan koneksi ke CPU, hanya dengan suplai daya yang tersedia.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem kontrol berbasis Arduino UNO dan sensor ultrasonik SRF04 berjalan dengan baik. Respon motor *stepper* sesuai dengan output yang dihasilkan oleh sensor, menegaskan keandalan dan kinerja sistem kontrol.

E. Perhitungan Waktu Tunda (*delay*) dan Jumlah Step pada Motor Stepper untuk Satu Putaran Penuh

Untuk menghitung waktu tunda (*delay*) yang diinputkan ke motor *stepper*, dapat dilakukan dengan menggunakan waktu rata-rata pengisian air bak dan tinggi dari bak mandi. Diketahui bahwa waktu rata-rata pengisian air bak untuk kamar mandi adalah 177 detik sedangkan tinggi bak mandi adalah 60 cm. Sehingga dapat dihitung waktu yang dibutuhkan untuk mengisi bak mandi dengan persamaan berikut:

$$t \text{ (detik/cm)} = \frac{\text{waktu isi penuh } (\mu\text{s})}{\text{Tinggi bak mandi (cm)}} \quad (1)$$

Sehingga dapat dihitung waktu tunda (*delay*) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} t(\text{delay}) &= \frac{177}{60} \\ &= 2,95 \text{ (second/cm)} \\ &= 2950 \text{ (milisecond/cm)} \end{aligned}$$

Untuk menghitung jumlah *step* pada motor *stepper*, dapat dihitung berdasarkan spesifikasi motor *stepper* bahwa motor yang digunakan memiliki standar sudut per-langkah sebesar 1.8° . Untuk memutar motor *stepper* dengan satu putaran penuh searah jarum jam (*clockwise*) maka harus diputar sejauh 360° , sedangkan untuk memutar berlawanan arah jarum jam (*counter clockwise*) maka harus diputar sejauh -360° . Untuk memutar keran air menutup dan membuka, maka dibutuhkan sudut sebesar 90° untuk membuka (*clockwise*) dan -90° untuk menutup keran (*counter clockwise*).

Dikarenakan setiap satu langkah motor *stepper* menempuh 1.8° , maka jumlah langkah yang harus ditempuh oleh motor *stepper* untuk berputar sejauh 90° adalah sebanyak 50 langkah. Sehingga untuk menempuh satu putaran penuh dibutuhkan sebanyak 200 langkah. Oleh sebab itu, motor *stepper* dikenal dengan motor langkah dikarenakan motor ini berputar per langkah sejauh 1.8° .

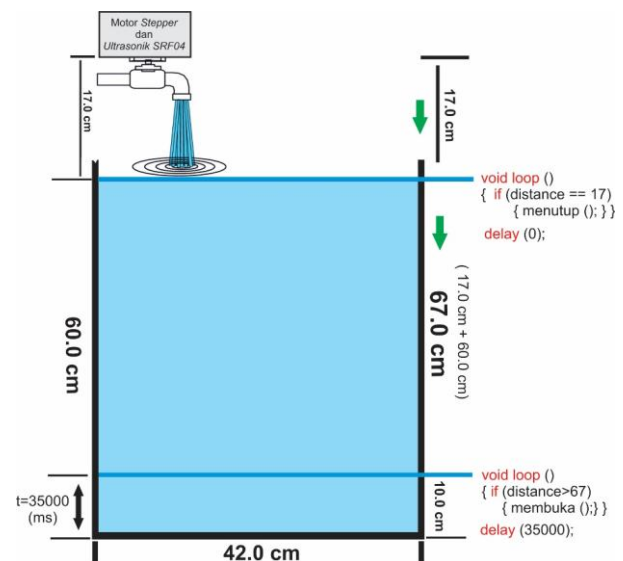
F. Hasil Simulasi Rancangan Sistem

Gambar 12 menunjukkan ilustrasi rancangan perangkat lunak untuk sistem kontrol motor *stepper* berbasis mikrokontroler Arduino UNO dan sensor ultrasonik SRF04. Sistem ini dirancang untuk mengatur buka-tutup keran air secara otomatis berdasarkan ketinggian air dalam bak mandi. Tinggi bak mandi adalah 60 cm, sedangkan sensor SRF04 dipasang pada posisi 17 cm di atas permukaan air ketika kondisi bak penuh. Dengan demikian, jarak total dari dasar bak hingga sensor adalah 77 cm. Sistem ini menetapkan batas minimum pengisian air pada ketinggian 10 cm dari dasar bak, atau setara dengan 67 cm dari posisi sensor.

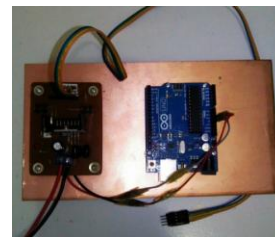
Ketika permukaan air turun dan jaraknya terhadap sensor melebihi 67 cm (berarti air berada di bawah batas minimum), sensor SRF04 mendeteksi kondisi tersebut dan mengirimkan data ke Arduino. Arduino kemudian menjalankan perintah *if* (*distance > 67*), yang mengaktifkan motor *stepper* untuk berputar searah jarum jam (*clockwise*) guna membuka keran air.

Setelah keran terbuka, sistem memberikan jeda selama 3,5 detik untuk memungkinkan air mengisi bak. Saat air telah naik dan mencapai jarak 17 cm dari sensor (atau 60 cm dari dasar bak), maka sistem mengenali bahwa bak sudah penuh dan menjalankan perintah *if* (*distance == 17*) untuk memutar motor *stepper* berlawanan arah jarum jam (*counter-clockwise*), menutup keran secara otomatis.

Proses ini berlangsung secara otomatis dan terus-menerus melalui fungsi *void loop* pada *Arduino*, selama sistem masih terhubung dengan catu daya. Setiap kali air digunakan dan ketinggian permukaan air berkurang, sensor akan mendeteksi perubahan tersebut dan sistem kembali mengaktifkan motor untuk membuka keran. Siklus buka-tutup keran ini sepenuhnya dikendalikan oleh pembacaan sensor SRF04, yang bekerja dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik ke permukaan air dan menerima pantulannya untuk mengukur jarak. Berdasarkan hasil pengujian dan simulasi, sistem ini mampu bekerja dengan baik dan sesuai rancangan. Implementasi akhir sistem kontrol ini ditampilkan dalam Gambar 13 hingga Gambar 17.



Gambar 12. Ilustrasi Sistem Kontrol Motor Stepper



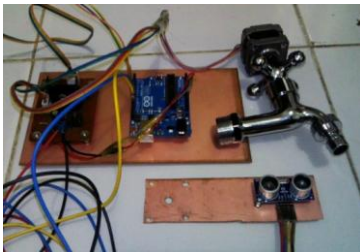
Gambar 13. Rancangan Arduino UNO dan Motor Stepper



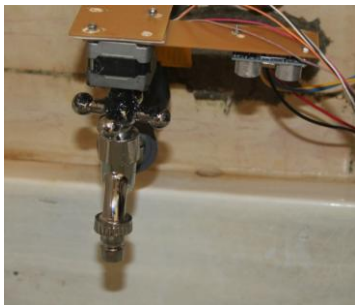
Gambar 14. Rancangan sensor ultrasonik SRF04



Gambar 15. Motor stepper pada kran air



Gambar 16. Rancangan sistem kontrol motor stepper berbasis mikrokontroler Arduino UNO dan sensor ultrasonik SRF04



Gambar 17. Hasil akhir sistem kontrol motor stepper berbasis Arduino UNO dan sensor ultrasonik SRF04

Gambar 13 menunjukkan susunan awal sistem yang terdiri dari papan mikrokontroler Arduino UNO yang terhubung dengan motor *stepper*. Komponen ini menjadi pusat pengendali utama yang menerima dan memproses perintah dari sensor maupun komputer. Pada Gambar 14 ditampilkan rancangan sensor ultrasonik SRF04, yang berfungsi sebagai pendeteksi jarak. Sensor ini akan mengirim dan menerima gelombang ultrasonik untuk menentukan keberadaan objek di depannya. Data dari sensor ini menjadi dasar dalam mengatur gerakan motor *stepper*. Selanjutnya, Gambar 15 memperlihatkan posisi motor *stepper* yang dipasang pada kran air. Instalasi ini memungkinkan motor mengatur buka-tutup kran secara otomatis berdasarkan jarak objek yang terdeteksi oleh sensor. Kemudian pada Gambar 16 menyajikan rangkaian sistem kontrol secara keseluruhan, yang mengintegrasikan Arduino

UNO, motor *stepper*, dan sensor SRF04. Sistem ini bekerja secara terpadu untuk mengendalikan kran air secara otomatis sesuai input dari sensor, memberikan solusi efisien dalam otomatisasi perangkat berbasis mikrokontroler.

Terakhir pada Gambar 17 memperlihatkan implementasi akhir dari sistem kontrol otomatis yang telah dirancang, yang mengintegrasikan motor *stepper*, mikrokontroler Arduino UNO, dan sensor ultrasonik SRF04 pada sebuah kran air. Dalam konfigurasi ini, seluruh rangkaian elektronik telah dipasang secara stabil di atas permukaan, dan motor *stepper* telah diposisikan sedemikian rupa sehingga mampu menggerakkan tuas kran secara presisi. Sensor ultrasonik yang terpasang pada bagian depan sistem berfungsi mendeteksi objek—seperti tangan pengguna—yang berada dalam jarak tertentu dari kran. Ketika sensor mendeteksi adanya objek, data dikirimkan ke Arduino UNO untuk diproses. Mikrokontroler kemudian mengatur motor *stepper* untuk membuka kran secara otomatis. Sebaliknya, ketika objek menjauh, Arduino akan menginstruksikan motor untuk menutup kran kembali.

Rangkaian ini merupakan wujud nyata dari sistem kontrol otomatis berbasis mikrokontroler yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan kebersihan, terutama dalam penggunaan air di fasilitas publik atau rumah tangga. Sistem ini juga mencerminkan keberhasilan dalam integrasi perangkat keras dan perangkat lunak secara fungsional dan aplikatif.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil rancang bangun sistem dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan Sistem *Smart Water Control* berbasis Arduino UNO yang mengintegrasikan motor *stepper* EM-93 03611 STH-39D172 dan sensor ultrasonik SRF04 untuk mengendalikan kran air secara otomatis. Sistem mampu bekerja secara mandiri berdasarkan level air di dalam bak mandi tanpa intervensi manual. Sensor ultrasonik diposisikan 77 cm dari dasar bak mandi, dengan batas pengisian ulang air ditetapkan pada 67 cm dan batas penuh pada 60 cm. Jika air kurang dari 10 cm dari dasar (jarak > 67 cm dari sensor), Arduino UNO akan memutar motor *stepper* 90° searah jarum jam (50 langkah) untuk membuka kran. Sebaliknya, jika air sudah mencapai 17 cm dari sensor (60 cm dari dasar), motor akan menutup kran secara otomatis. Dibandingkan dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, yaitu menggunakan *solenoid valve* dan IoT [4], serta yang mengendalikan ketinggian air menggunakan motor *stepper* tanpa implementasi pada kran konvensional [6], penelitian ini menghadirkan *novelty* berupa kemampuan mengontrol kran mekanis biasa tanpa modifikasi *plumbing*. Hal ini memungkinkan penggunaan sistem ini diimplementasikan pada lingkungan dengan infrastruktur lama seperti rumah tangga, gedung asrama, serta apartemen yang masih menggunakan kran konvensional. Kelebihan lain adalah penggunaan motor *stepper* dengan kecepatan 80 rpm yang memberikan kendali presisi dan responsif, serta mekanisme

buka-tutup yang dapat disesuaikan berdasarkan level air aktual. Berbeda dari solusi sebelumnya yang mengandalkan prinsip *on-off* langsung melalui katup listrik, pendekatan ini memberikan kontrol gerak yang lebih halus dan adaptif. Namun demikian, sistem ini masih memiliki keterbatasan, yaitu belum adanya integrasi dengan modul IoT untuk pemantauan dan kontrol jarak jauh, serta ketergantungan pada posisi pemasangan sensor untuk akurasi maksimal. Selain itu, belum dilakukan pengujian jangka panjang untuk menilai ketahanan sistem terhadap kelembaban dan kondisi lingkungan nyata. Untuk masa yang akan datang, pengembangan dapat diarahkan pada integrasi modul Wi-Fi/LoRa untuk IoT monitoring, peningkatan daya tahan komponen terhadap lingkungan kamar mandi, serta perluasan fungsi untuk multi-keran atau sistem distribusi skala besar seperti gedung bertingkat dan fasilitas publik.

REFERENSI

- [1] R. Siregar, "Prototype pengendali pintu air otomatis pada irigasi berbasis Arduino UNO," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 30–37, 2020.
- [2] D. Prasetyo dan M. Rahadi, "Rancang bangun sistem otomatisasi keran air dengan motor stepper dan sensor ultrasonik," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 10, no. 1, pp. 55–63, 2022.
- [3] R. Hidayat dan A. D. Pratama, "Rancang bangun sistem otomatisasi pintu air menggunakan motor stepper dan sensor ultrasonik berbasis Arduino," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 9, no. 1, pp. 45–52, 2021.
- [4] M. Hasan dan M. Al-Khedher, "Smart home water control system using stepper motor and IoT," *Int J Comput Appl*, vol. 176, no. 6, pp. 18–26, 2020.
- [5] L. Chen dan Y. Wang, "Precision water level control system using Arduino and stepper motor," *IEEE Trans Instrum Meas*, vol. 70, pp. 1–8, 2021.
- [6] D. P. Sari dan R. Sari, "Desain dan realisasi sistem kontrol kecepatan dan ketinggian menggunakan Arduino Mega dan motor stepper," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 10, no. 2, pp. 45–52, 2021.
- [7] J. Lee, S. Park, dan H. Kim, "Development of an automatic water supply system using stepper motor and ultrasonic sensor," *International Journal of Smart Home*, vol. 14, no. 1, pp. 25–34, 2021.
- [8] A. Wijaya dan B. Setiawan, "Rancang bangun sistem kontrol otomatis pengisian air dengan sensor ultrasonik dan motor stepper," *Jurnal Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi*, vol. 8, no. 3, pp. 189–198, 2022.
- [9] S. Kumar dan R. Singh, "Arduino-based automated water level control system using ultrasonic sensor," *International Journal of Electronics and Communication Engineering*, vol. 11, no. 4, pp. 245–252, 2022.
- [10] E. Suryani dan P. Aditya, "Pengembangan sistem smart water control berbasis Arduino dan IoT," *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi*, vol. 19, no. 1, pp. 45–53, 2023.
- [11] Z. Zulkarnaen, "Sistem kontrol pemanas air menggunakan sensor ultrasonik dan Arduino UNO," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 9, no. 1, pp. 23–29, 2020.
- [12] N. Nuraini dan D. Kusuma, "Sistem monitoring level air otomatis pada bak mandi berbasis Arduino," *Jurnal Elektronika dan Komunikasi*, vol. 9, no. 1, pp. 33–40, 2021.
- [13] A. Nugroho dan B. Santoso, "Sistem kontrol otomatis pengisian air berbasis Arduino dan sensor ultrasonik," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 11, no. 2, pp. 110–119, 2023.
- [14] H. Lim dan K. Cho, "Efficient water level control in smart homes using Arduino and ultrasonic sensors," *IEEE Sens J*, vol. 19, no. 16, pp. 7012–7020, 2023.
- [15] S. Anwar dan I. Maulana, "Perancangan sistem pengisian air otomatis pada tangki menggunakan sensor ultrasonik berbasis Arduino UNO," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 9, no. 1, pp. 33–40, 2020.
- [16] R. Saputra, "Perancangan sistem kontrol dan pengaman motor pompa air terhadap gangguan tegangan dan arus berbasis Arduino," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 9, no. 1, pp. 15–22, 2020.