

Pengembangan Sistem Otomatis Air Wudhu dengan Deteksi Cepat menggunakan Sensor Ultrasonik

Tesa Dwi Wahyuni^{1*}, Stefany Erica Djaksono², M Firman Febrianto³, Pramono⁴

¹Program Studi Teknik Informatika
Universitas Duta Bangsa Surakarta
¹*220103203@mhs.udb.ac.id

²Program Studi Teknik Informatika
Universitas Duta Bangsa Surakarta
²220103168@mhs.udb.ac.id

³Program Studi Teknik Informatika
Universitas Duta Bangsa Surakarta
³220103209@mhs.udb.ac.id

⁴Program Studi Teknik Informatika
Universitas Duta Bangsa Surakarta
⁴Pramono@udb.ac.id

Abstrak— Pemborosan air saat wudhu sering terjadi akibat penggunaan kran manual yang tidak ditutup dengan tepat waktu oleh pengguna. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem kran air otomatis berbasis Arduino Uno dan sensor ultrasonik guna meningkatkan efisiensi penggunaan air saat wudhu. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode prototyping, yang mencakup tahapan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, pembuatan prototype, serta pengujian fungsional sistem. Sistem yang dirancang menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi keberadaan tangan, yang kemudian mengaktifkan relay dan pompa air agar air mengalir melalui kran secara otomatis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi tangan secara akurat dalam jarak 0 hingga 30 cm dan mengaktifkan aliran air secara otomatis. Sistem memberikan respon cepat dan konsisten, serta tidak aktif di luar jangkauan sensor. Hal ini menunjukkan bahwa perangkat berfungsi secara efektif dan efisien dalam mendukung aktivitas wudhu yang higienis dan hemat air.

Kata kunci— Arduino Uno, sensor ultrasonik, kran otomatis, efisiensi air, wudhu

Abstract— Water waste during ablution often occurs due to the use of manual taps that are not closed on time by the user. This study aims to design and build an automatic water tap system based on Arduino Uno and ultrasonic sensors to increase the efficiency of water use during ablution. The method used in this study is the prototyping method, which includes the stages of hardware and software design, prototype creation, and functional testing of the system. The designed system uses an HC-SR04 ultrasonic sensor to detect the presence of hands, which then activates the relay and water pump so that water flows through the faucet automatically. Test results show that the system can accurately detect hands within a range of 0 to 30 cm and activate the water flow automatically. The system responds quickly and consistently, and remains inactive outside the sensor range. These findings indicate that the device functions effectively and efficiently in supporting a hygienic and water-saving ablution experience.

Keywords— Arduino Uno, ultrasonic sensor, automatic faucet, water efficiency, ablution

I. PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia. Dalam konteks keagamaan, air juga memiliki fungsi yang tak tergantikan, terutama dalam pelaksanaan ibadah wudhu bagi umat Islam. Wudhu merupakan kegiatan penyucian diri sebelum melaksanakan salat, yang mensyaratkan penggunaan air dalam jumlah tertentu. Sayangnya, pada praktiknya sering terjadi pemborosan air, terutama di fasilitas umum seperti masjid yang masih menggunakan kran manual[1]. Pengguna terkadang lupa atau lalai

untuk menutup kran, sehingga air terus mengalir tanpa digunakan secara optimal.

Pemborosan air dalam kegiatan wudhu tidak hanya berdampak pada ketersediaan air bersih, tetapi juga bertentangan dengan nilai-nilai keberlanjutan dan ajaran Islam tentang tidak berlebih-lebihan dalam penggunaan sumber daya. Di tengah meningkatnya kebutuhan akan air bersih dan tantangan lingkungan global, efisiensi dalam penggunaan air menjadi hal yang sangat krusial[2]. Upaya efisiensi ini semakin relevan dengan meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya konservasi air.

Selain efisiensi, aspek kebersihan juga menjadi pertimbangan penting. Pandemi COVID-19 yang melanda dunia menegaskan pentingnya meminimalisasi kontak langsung dengan permukaan benda di tempat umum[3], termasuk kran air. Kran manual memiliki potensi menjadi media penularan penyakit karena sering disentuh oleh banyak orang. Oleh karena itu, sistem otomatis yang memungkinkan penggunaan air tanpa sentuhan fisik menjadi solusi yang tidak hanya efisien, tetapi juga lebih higienis[4].

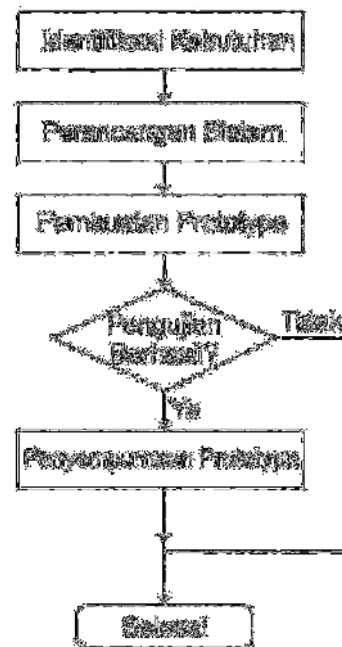
Teknologi mikrokontroler seperti Arduino Uno dan sensor ultrasonik memberikan peluang besar untuk mengembangkan sistem otomatisasi yang sederhana[5], terjangkau, namun efektif. Dengan kemampuan mendeteksi objek berdasarkan jarak, sensor ultrasonik dapat digunakan untuk mengendalikan aliran air secara otomatis hanya ketika dibutuhkan[6]. Sistem ini dapat mendeteksi keberadaan tangan pengguna dan memicu pompa air untuk mengalirkan air[7], serta menghentikannya ketika tangan dijauhkan dari sensor.

Berdasarkan permasalahan dan peluang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem kran air otomatis berbasis Arduino Uno dan sensor ultrasonik. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air dan kebersihan saat wudhu di fasilitas ibadah seperti masjid[8]. Hasil dari penelitian ini diharapkan menjadi solusi teknologi tepat guna yang dapat diterapkan secara luas dengan biaya yang relatif rendah.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode prototyping, yaitu pendekatan dalam rekayasa sistem yang menekankan pada pengembangan purwarupa sebagai model awal sistem yang dapat diuji dan disempurnakan secara iteratif[9]. Metode ini dipilih karena memungkinkan adanya evaluasi dan perbaikan secara cepat terhadap rancangan sistem, terutama dalam pengembangan sistem berbasis mikrokontroler dan sensor, seperti kran air otomatis ini.

Prototyping sangat sesuai untuk proyek teknologi terapan berskala kecil hingga menengah, di mana respons sistem terhadap kondisi lingkungan nyata sangat penting[10].



Gambar 1. Metode penelitian

Tahapan dalam metode prototyping ini terdiri dari lima langkah utama, yaitu:

1. Identifikasi kebutuhan : Tahap awal melibatkan analisis masalah pemborosan air saat wudhu dan kebutuhan akan sistem yang efisien dan higienis. Kebutuhan teknis yang diidentifikasi mencakup komponen sensor jarak (ultrasonik), mikrokontroler (Arduino Uno), relay, pompa air, dan sistem daya.
2. Perancangan sistem : Perancangan dilakukan untuk membuat diagram blok sistem dan pemilihan konfigurasi perangkat keras. Perancangan perangkat lunak dilakukan dengan menyusun logika kerja dalam bentuk pseudocode dan flowchart untuk mendeteksi tangan dan mengaktifkan pompa air.
3. Pembuatan prototipe : Komponen sistem seperti sensor ultrasonik HC-SR04, Arduino Uno, relay, dan pompa air dirangkai pada breadboard menggunakan kabel jumper. Pemrograman mikrokontroler dilakukan dengan menggunakan Arduino IDE untuk membaca data jarak dari sensor dan mengendalikan pompa air melalui relay.

4. Pengujian dan evaluasi : Setelah sistem terpasang, dilakukan serangkaian pengujian untuk mengevaluasi kinerja sensor, ketepatan deteksi jarak, dan kecepatan respon pompa air. Pengujian dilakukan pada berbagai jarak tangan ke sensor (0–30 cm), dan hasilnya dicatat berdasarkan kriteria keberhasilan sistem mendeteksi objek dan mengalirkan air secara otomatis.
5. Penyempurnaan prototype: Berdasarkan hasil evaluasi awal, dilakukan penyempurnaan terhadap ambang batas sensor, logika pemrograman, dan stabilitas daya. Jika diperlukan, modifikasi dilakukan untuk meningkatkan akurasi deteksi dan kenyamanan penggunaan sistem.

Evaluasi sistem dilakukan secara kuantitatif berdasarkan keberhasilan sistem dalam merespon kehadiran tangan pada jarak tertentu[11], serta secara kualitatif dari sisi kenyamanan dan kemudahan penggunaan. Hasil pengujian dikategorikan berdasarkan deteksi sensor, aktivasi relay, dan aliran air dari kran[12]. Data hasil pengujian disajikan dalam bentuk tabel untuk mempermudah analisis performa sistem.

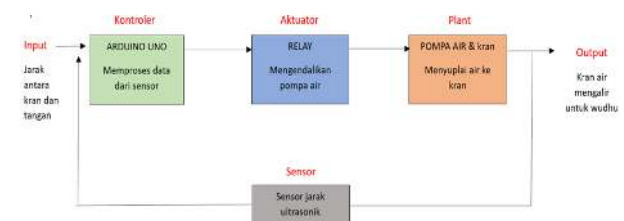
Metode prototyping ini juga didukung oleh literatur sebelumnya yang menunjukkan bahwa pendekatan iteratif seperti ini efektif digunakan dalam pengembangan sistem otomasi berbasis sensor dan mikrokontroler[13]. Dengan demikian, metode ini memberikan fleksibilitas tinggi dalam pengujian langsung dan penyempurnaan sistem hingga mencapai hasil yang diinginkan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan beberapa alat utama yang dirancang untuk membentuk sistem kran air otomatis yang efisien dan responsif. Komponen inti dari sistem ini adalah Arduino Uno, sebuah mikrokontroler yang bertugas mengendalikan seluruh proses berdasarkan input dari sensor. Untuk mendeteksi keberadaan tangan pengguna, digunakan sensor ultrasonik HC-SR04 yang bekerja dengan mengukur jarak objek di depannya[14]. Ketika sensor

mendeteksi tangan dalam jarak tertentu, Arduino akan mengaktifkan relay sebagai saklar elektronik.

Relay ini berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan aliran listrik menuju pompa air, yang kemudian mendorong air keluar melalui kran[15]. Pompa air digunakan sebagai pengganti tekanan air dari instalasi PDAM, terutama pada prototype yang tidak terhubung langsung dengan saluran air rumah tangga. Sistem ini mendapat daya dari adaptor DC, yang menyuplai tegangan yang dibutuhkan oleh Arduino dan pompa. Untuk menyusun dan menghubungkan komponen, digunakan breadboard dan kabel jumper, yang memungkinkan perakitan tanpa perlu menyolder. Seluruh alat ini dirakit dalam sebuah rangkaian terpadu, sehingga membentuk sistem otomatisasi kran air yang dapat mengalirkan air hanya saat dibutuhkan, meningkatkan efisiensi serta mengurangi pemborosan.

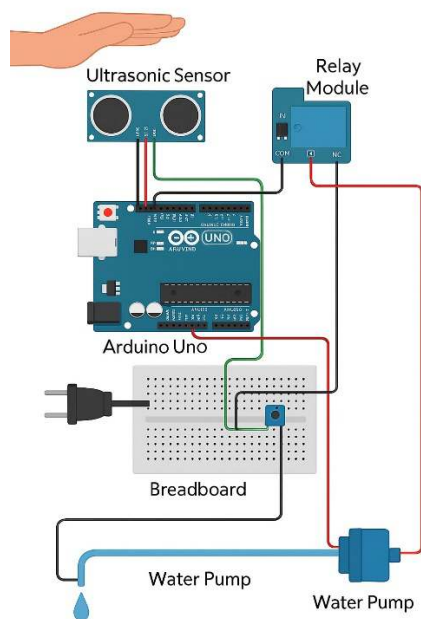


Gambar 2. Diagram Block

Gambar diagram blok diatas menunjukkan alur kerja sistem kran air wudhu otomatis berbasis Arduino Uno. Sistem ini dirancang untuk mengalirkan air secara otomatis saat tangan pengguna terdeteksi berada di dekat kran, sehingga meningkatkan efisiensi air dan menjaga kebersihan karena tidak memerlukan sentuhan langsung. Sistem diawali oleh sensor jarak ultrasonik yang berfungsi sebagai input untuk mendeteksi jarak antara tangan pengguna dengan kran.

Data jarak tersebut kemudian dikirimkan ke mikrokontroler Arduino UNO yang berperan sebagai kontroler utama. Arduino memproses data dari sensor dan memberikan keputusan apakah pompa air perlu diaktifkan atau tidak. Jika tangan terdeteksi dalam jarak tertentu (0-20 cm), Arduino akan mengirimkan sinyal ke aktuator berupa modul relay. Relay ini

kemudian menghubungkan arus listrik ke pompa air. Selanjutnya, pompa air akan menyuplai air menuju kran sehingga air mengalir dan dapat digunakan untuk wudhu. Jika tidak ada tangan yang terdeteksi, sistem secara otomatis akan mematikan pompa, menghentikan aliran air. Dengan demikian, sistem ini membentuk satu siklus tertutup dari deteksi hingga aksi, yang bertujuan untuk menciptakan pengalaman berwudhu yang higienis dan hemat air.



Gambar 3. Rangkaian alat

Gambar ini menunjukkan skema rangkaian elektronik dari sistem kran air otomatis berbasis Arduino Uno. Pada bagian atas terdapat sensor ultrasonik yang berfungsi mendeteksi keberadaan tangan berdasarkan jarak. Sensor ini terhubung ke mikrokontroler Arduino Uno, yang menjadi pusat pengolahan data. Ketika sensor mendeteksi tangan berada dalam jarak tertentu, Arduino mengirimkan sinyal ke modul relay. Relay bekerja sebagai saklar elektronik yang menghubungkan arus listrik dari sumber utama ke pompa air. Untuk mengatur distribusi daya dan koneksi, digunakan breadboard yang

terhubung ke adaptor listrik. Setelah relay aktif, pompa air menyala dan mengalirkan air ke kran. Jika tidak ada tangan yang terdeteksi, Arduino akan mematikan relay sehingga pompa berhenti bekerja dan aliran air pun terhenti. Rangkaian ini memungkinkan sistem bekerja secara otomatis, hemat energi, dan higienis karena tidak memerlukan kontak langsung dengan kran. Dengan rancangan ini, sistem sangat sesuai digunakan untuk kebutuhan tempat ibadah atau fasilitas umum yang memerlukan kran wudhu otomatis.



Gambar 4. Alat dalam kondisi mati



Gambar 5. Alat dalam kondisi menyala

Tabel 1. Hasil Pengujian

No	Jarak Tangan ke Sensor (cm)	Sensor Terdeteksi	Relay Aktif	Pompa Menyala	Air Mengalir	Keterangan
1	5	Ya	Ya	Ya	Ya	Normal, air mengalir cepat
2	10	Ya	Ya	Ya	Ya	Normal, respon stabil
3	15	Ya	Ya	Ya	Ya	Sedikit delay, tetap aktif
4	25	Ya	Ya	Ya	Ya	Jarak jauh, tetap terdeteksi
5	0 (menempel)	Ya	Ya	Ya	Ya	Respon sangat cepat
6	20	Ya	Ya	Ya	Ya	Ambang batas sensor
7	30	Ya	Ya	Ya	Ya	Batas maksimum, tetap aktif
8	35	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Di luar jangkauan sensor

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap alat kran wudhu otomatis, diperoleh bahwa sistem bekerja dengan baik dalam mendeteksi keberadaan tangan pengguna dalam rentang jarak maksimal 30 cm. Pengujian dilakukan dengan mendekatkan tangan ke sensor ultrasonik secara bertahap, dimulai dari jarak 5 cm hingga 35 cm. Pada setiap jarak, diamati apakah sensor mampu mendeteksi keberadaan tangan dan apakah pompa air aktif secara otomatis. Dari data yang tercantum dalam tabel, dapat dilihat bahwa alat mampu memberikan respons yang konsisten mulai dari jarak 5 cm hingga 30 cm, dengan pompa air menyala setiap kali tangan berada dalam rentang tersebut. Ketika tangan berada lebih dari 30 cm (misalnya pada jarak 31 cm dan 35 cm), sensor tidak lagi mampu mendeteksi objek sehingga pompa tetap dalam keadaan mati.

Respon sensor yang cepat menunjukkan bahwa sistem telah terkalibrasi dengan baik dan mampu merespons perubahan keadaan di sekitar sensor secara real-time. Pada jarak sangat dekat (5 cm), alat tetap memberikan hasil yang akurat tanpa adanya keterlambatan atau kesalahan

deteksi. Hal ini penting dalam konteks penggunaan alat untuk wudhu, karena pengguna umumnya membutuhkan respons yang cepat dan tanpa kontak untuk menjaga kenyamanan dan higienitas. Tidak adanya kesalahan aktivasi di luar batas jarak juga menunjukkan bahwa sistem ini cukup stabil dan tidak rentan terhadap gangguan dari objek-objek lain di sekitar, selama objek tersebut berada di luar jangkauan 30 cm.

Dengan batas deteksi maksimal 30 cm, alat ini dinilai cukup ideal untuk digunakan dalam kebutuhan wudhu di fasilitas umum seperti masjid, musholla, atau sekolah. Pengguna tidak perlu menyentuh kran atau perangkat lain untuk mengalirkan air, cukup dengan mendekatkan tangan dalam jarak tertentu, maka air akan mengalir secara otomatis. Selain meningkatkan kenyamanan, sistem ini juga dapat membantu menghemat penggunaan air karena hanya menyala saat dibutuhkan. Ketika tangan menjauh, pompa otomatis mati sehingga tidak ada air yang terbuang percuma.

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa kran wudhu otomatis ini

telah berhasil memenuhi fungsinya dengan baik. Perangkat ini efektif dalam mendeteksi objek dalam jarak yang telah ditentukan dan mampu memberikan pengalaman penggunaan yang efisien dan higienis. Implementasi alat ini berpotensi menjadi solusi inovatif dalam mendukung perilaku bersih dan efisien, khususnya dalam lingkungan ibadah yang mengutamakan kebersihan dan kenyamanan jamaah.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan membangun sistem kran air wudhu otomatis berbasis Arduino Uno dan sensor ultrasonik HC-SR04. Sistem ini mampu mendeteksi keberadaan tangan pengguna dalam jarak efektif hingga 30 cm, serta secara otomatis mengaktifkan dan menonaktifkan aliran air melalui pompa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat dapat merespon dengan cepat dan konsisten terhadap keberadaan tangan dalam jangkauan sensor, tanpa mengalami kesalahan deteksi atau keterlambatan yang berarti.

Sistem juga menunjukkan stabilitas yang baik dan tidak aktif terhadap objek di luar jarak deteksi, sehingga mendukung efisiensi penggunaan air. Selain meningkatkan efisiensi, sistem ini juga mendukung aspek higienitas karena tidak memerlukan kontak fisik langsung. Dengan keunggulan tersebut, alat ini dinilai layak diterapkan pada fasilitas ibadah umum seperti masjid dan musholla sebagai solusi hemat air dan ramah pengguna. Penelitian ini membuktikan bahwa teknologi sederhana berbasis mikrokontroler dan sensor dapat memberikan dampak nyata dalam konservasi sumber daya dan peningkatan kenyamanan masyarakat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Ilmu Komputer Universitas Duta

Bangsa Surakarta atas dukungan fasilitas dan bimbingan yang diberikan selama proses penelitian ini berlangsung. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan masukan yang konstruktif, serta seluruh pihak yang turut membantu dalam pengujian alat dan penyusunan laporan. Tanpa dukungan tersebut, penelitian ini tidak dapat diselesaikan dengan baik.

REFERENSI

- [1] H. Satria, M. Nasution, M. Mungkin, Y. Anisa, and A. Hardinata, "Design and Demonstration of the Use of Automatic Hand Washing Sink Technology in Covid-19 Pandemic Conditions," *Int. J. Educ. Inf. Technol. Others*, vol. 5, no. 2, pp. 127–132, 2022.
- [2] S. Samsugi, Z. Mardiyansyah, and A. Nurkholis, "Sistem Pengontrol Irigasi Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO," 2020.
- [3] A. D. P. Rusman, F. Umar, and M. Majid, *Covid-19 dan psikososial masyarakat di masa pandemi*. Penerbit Nem, 2021.
- [4] H. S. ABN and D. Nuswantara, "DESAIN SISTEM MONITORING PENGONTROLANSUHU, KELEMBABAN DAN SIRKULASI AIR OTOMATIS PADATANAMAN ANGGREK HIDROPONIK BERBASISARDUINO UNO," 2020.
- [5] R. H. Pearce, M. A. Chadwick, B. Main, K. Chan, C. D. Sayer, and I. R. Patmore, "Low-Cost Approach to an Instream Water Depth Sensor Construction Using Differential Pressure Sensors and Arduino Microcontrollers," 2024. doi: 10.3390/s24082488.
- [6] M. Batara and V. S. Yosephine, "Alat Pendeteksi Stok Barang Berbasis IoT untuk UMKM dengan Sensor Ultrasonik dan Inframerah," *J. Integr. Syst.*, vol. 7, no. 1, pp. 63–74, 2024.
- [7] A. Asrul, S. Sahidin, and S. Alam, "Mesin Cuci Tangan Otomatis Menggunakan Sensor Proximity Dan Dfplayer Mini Berbasis Arduino Uno," *J. Mosfet*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2021.
- [8] M. Fikruddin, D. Akrim, A. Z. Syaiful, N. Anggraini, and N. A. Yacub, "Efisiensi Sistem Penggunaan Air di Masjid Agung, Kecamatan Benteng, Kabupaten Kepulauan Selayar," *JEPE J. Environ. Behav. Eng.*, vol. 2, no. 1, 2024.
- [9] A. Hidayat, "Perancangan dan Pengembangan Sistem Informasi," 2020.
- [10] A. Widodo, "Prototipe Agretech berbasis Internet of Things (IoT) untuk Peningkatan Efisiensi dan Produktifitas Pertanian Modern".
- [11] I. S. Mokodompit, "Home visit sebagai refleksi kurikulum darurat COVID-19: Kesiapan guru, respon siswa, materi dan hasil belajar di Madrasah Tsanawiyah," *Dirasat J. Manaj. dan Pendidik. Islam*, vol. 6, no. 2, pp. 119–131, 2020.
- [12] R. IRFANTO, "RANCANG BANGUN PENYIRAMAN DAN MONITORING TANAMAN OTOMATIS BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)," 2022, *Universitas Islam Sultan Agung*.
- [13] V. Visayas, C. Cakra, and Y. Supit, "Sistem Kontrol Alat Elektronik Dalam Rumah Berbasis Internet Of Things (Iot)," *Simtek J. Sist. Inf. dan Tek. Komput.*, vol. 9, no. 2, pp. 249–261, 2024.
- [14] M. M. Gabriel and K. P. Kuria, "Arduino uno, ultrasonic sensor HC-SR04 motion detector with display of distance in the LCD," 2020.
- [15] D. E. Daley, "Development of a Low-Cost, Photovoltaic-Powered, Automated Water Recovery System," 2021, *California Polytechnic State University*.