



Scripta Technica: Journal of Engineering and Applied Technology

Vol 2 No 1 June 2026, Hal. 291-299
ISSN:3110-0775(Print) ISSN: 3109-9696(Electronic)
Open Access: <https://scriptainteletektual.com/scripta-technica>

Perancangan Sistem Otomatisasi Pengisian Air Galon Menggunakan Sensor Infrared Proximity

Gita Aubreza Safitri^{1*}, Ana Nur Avivah², Enggar Bagus Pramudyanto³, Rio Umair Andica⁴, Eli Mas'idah⁵

¹⁻⁵ Universitas Islam Sultan Agung, Indonesia
email: 31602200004@std.unissula.ac.id¹

Article Info :

Received:
20-05-2026
Revised:
10-06-2026
Accepted:
18-06-2026

Abstract

The need for a practical, hygienic, and efficient drinking water dispensing system has driven the development of sensor-based automated devices to replace the manual mechanisms still widely used in conventional gallon pumps. This study aims to design and implement an automated water-filling system for water jugs using an infrared proximity sensor as an object detector and a relay module to control a DC water pump. The method employed is an empirical experiment involving the design, assembly, implementation, and testing of a prototype. The system is designed using direct control principles without a microcontroller, resulting in a simple, economical, and easily replicable architecture. Testing was conducted by simulating actual usage conditions to evaluate the sensor's detection capability, relay response, pump stability, operational safety, energy efficiency, hygiene of use, and the economic aspects of the design. The results of the study show that the system is capable of consistently detecting the presence of a glass, automatically activating the pump when an object is detected, and stopping the water flow when the object is no longer within the sensor's range. The system also demonstrates good reliability, low power consumption, and relatively affordable design costs. These findings indicate that the integration of infrared proximity sensors and relays can be an effective solution to support the automation of water jug filling in both household and public facility settings.

Keywords: Automation, Water Jugs, Infrared Proximity, DC Pump, Relay.

Abstrak

Kebutuhan terhadap sistem pengambilan air minum yang praktis, higienis, dan efisien mendorong pengembangan perangkat otomatis berbasis sensor untuk menggantikan mekanisme manual yang masih banyak digunakan pada pompa galon konvensional. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem otomatisasi pengisian air galon menggunakan sensor infrared proximity sebagai pendeteksi objek dan modul relay sebagai pengendali pompa air DC. Metode yang digunakan adalah eksperimen empiris melalui perancangan, perakitan, implementasi, dan pengujian prototipe. Sistem dirancang menggunakan prinsip kendali langsung tanpa mikrokontroler sehingga menghasilkan arsitektur yang sederhana, ekonomis, dan mudah direplikasi. Pengujian dilakukan dengan mensimulasikan kondisi penggunaan aktual untuk mengevaluasi kemampuan deteksi sensor, respons relay, stabilitas pompa, keamanan operasional, efisiensi energi, higienitas penggunaan, serta aspek ekonomis perancangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi keberadaan gelas secara konsisten, mengaktifkan pompa secara otomatis saat objek terdeteksi, dan menghentikan aliran air ketika objek tidak lagi berada pada area sensor. Sistem juga menunjukkan tingkat keandalan yang baik, konsumsi daya yang rendah, serta biaya perancangan yang relatif terjangkau. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi sensor infrared proximity dan relay dapat menjadi solusi efektif untuk mendukung otomatisasi pengisian air galon pada lingkungan rumah tangga maupun fasilitas umum.

Kata kunci: Automatisasi, Galon Air, Infrared Proximity, Pompa DC, Relay.



©2022 Authors.. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi otomasi cerdas dalam satu dekade terakhir telah mengubah paradigma perancangan perangkat rumah tangga dan sistem utilitas berbasis air dari mekanisme konvensional menuju sistem yang mampu bekerja secara mandiri, responsif, dan minim intervensi pengguna. Transformasi tersebut didorong oleh meningkatnya kebutuhan terhadap efisiensi energi, higienitas penggunaan, pengurangan kontak fisik, serta integrasi sensor yang semakin murah dan mudah diimplementasikan dalam berbagai aplikasi skala rumah tangga maupun industri. Tren global dalam bidang otomatisasi menunjukkan bahwa teknologi sensor proximity, Internet of Things (IoT), sistem

identifikasi otomatis, dan perangkat kendali berbasis mikrokontroler semakin banyak diterapkan pada sistem distribusi dan pengisian air guna meningkatkan kenyamanan pengguna sekaligus mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya. Kajian mengenai sistem pengisian air otomatis tidak lagi berfokus pada aspek mekanis semata, melainkan berkembang menuju integrasi antara sensor, aktuator, dan logika kendali yang memungkinkan sistem beroperasi secara adaptif terhadap kondisi lingkungan dan kebutuhan pengguna. Perkembangan tersebut tercermin dalam berbagai penelitian mengenai otomasi depot air minum isi ulang, sistem monitoring penggunaan air, serta perangkat pengisian galon otomatis yang menunjukkan bahwa digitalisasi proses distribusi air telah menjadi bagian penting dalam agenda pengembangan teknologi berbasis smart living dan intelligent household systems (Arfandi & Supit, 2019; Yusman & Purnama, 2021; Singgeta & Manembu, 2021; Hilmy et al., 2025).

Literatur yang berkembang menunjukkan bahwa penelitian mengenai otomasi pengisian air telah menghasilkan beragam pendekatan teknis dengan karakteristik dan tingkat kompleksitas yang berbeda. Arfandi dan Supit (2019) serta Yusman dan Purnama (2021) menekankan pemanfaatan mikrokontroler Arduino Uno untuk mengendalikan proses pengisian air secara otomatis pada depot air minum isi ulang, sementara Priadi et al. (2021) mengembangkan sistem berbasis ESP32 yang memungkinkan peningkatan fleksibilitas pengendalian dan komunikasi data. Kajian yang lebih mutakhir memperlihatkan kecenderungan integrasi teknologi IoT dan RFID guna mendukung fungsi monitoring, identifikasi pengguna, serta pengelolaan data secara real-time sebagaimana ditunjukkan oleh Hilmy et al. (2025) dan Singgeta dan Manembu (2021). Pada sisi lain, penelitian Sihotang (2024) mengombinasikan sensor proximity dan flowmeter untuk memperoleh akurasi volume pengisian yang lebih baik, sedangkan Firmansyah et al. (2023) mengembangkan sistem kendali pengisian galon yang terintegrasi dengan monitoring penjualan. Keragaman pendekatan tersebut memperlihatkan bahwa komunitas akademik telah berupaya meningkatkan efisiensi, akurasi, dan kecerdasan sistem pengisian air melalui berbagai konfigurasi sensor dan perangkat kendali, sehingga otomasi pengisian air berkembang menjadi bidang multidisiplin yang menghubungkan aspek elektronika, instrumentasi, sistem kendali, dan rekayasa perangkat cerdas.

Meskipun demikian, sintesis kritis terhadap penelitian terdahulu menunjukkan adanya kecenderungan dominasi pendekatan yang berorientasi pada peningkatan kompleksitas sistem dibandingkan optimalisasi kesederhanaan desain. Sebagian besar penelitian mengandalkan penggunaan mikrokontroler, modul komunikasi data, sensor multiparameter, maupun integrasi jaringan yang secara teknis mampu memperluas fungsi sistem, tetapi sekaligus meningkatkan biaya implementasi, kebutuhan pemrograman, konsumsi daya, dan kompleksitas perawatan perangkat (Priadi et al., 2021; Hilmy et al., 2025; Firmansyah et al., 2023). Penelitian yang memanfaatkan sensor proximity sebagai komponen utama otomasi masih relatif terbatas dan umumnya dipadukan dengan perangkat kendali berbasis mikrokontroler sehingga efektivitas penggunaan sensor sebagai mekanisme kendali langsung belum banyak dieksplorasi secara mendalam (Sihotang, 2024). Kajian Suraidi (2021) memang menunjukkan potensi penggunaan sensor inframerah dalam memodifikasi pompa galon elektrik menjadi otomatis, namun fokus penelitian tersebut lebih diarahkan pada modifikasi produk eksisting dibandingkan pengembangan rancangan sistem otomatis yang menempatkan sensor sebagai inti logika operasional. Kondisi tersebut mengindikasikan adanya kesenjangan empiris terkait perancangan sistem otomasi pengisian air yang sederhana, ekonomis, mudah direplikasi, tetapi tetap mampu menghasilkan kinerja yang andal dan responsif.

Kesenjangan tersebut memiliki implikasi ilmiah dan praktis yang signifikan karena kebutuhan terhadap perangkat pengisian air otomatis tidak hanya ditemukan pada lingkungan industri atau depot air minum berskala besar, melainkan juga pada penggunaan rumah tangga sehari-hari yang menuntut kemudahan operasional, keamanan, dan higienitas. Peningkatan kesadaran masyarakat terhadap kebersihan peralatan yang digunakan secara bersama-sama menjadikan mekanisme tanpa sentuhan (touchless system) sebagai kebutuhan yang semakin relevan dalam desain produk rumah tangga modern. Kajian mengenai sistem interlock otomatis menunjukkan bahwa penggunaan sensor sebagai pemicu operasi perangkat dapat meningkatkan efisiensi interaksi manusia–mesin sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap pengoperasian manual (Ardin & Islami, 2023). Permasalahan muncul ketika sebagian besar solusi yang tersedia di pasaran masih mengandalkan tombol mekanis yang mengharuskan pengguna melakukan kontak fisik secara langsung, sedangkan alternatif berbasis otomasi canggih sering kali memiliki biaya yang relatif lebih tinggi dan tidak mudah diadopsi oleh masyarakat luas. Situasi tersebut menuntut pengembangan sistem yang mampu menjembatani

kebutuhan antara kesederhanaan desain, efektivitas operasional, biaya yang terjangkau, dan peningkatan higienitas penggunaan.

Posisi penelitian ini berada pada ruang pengembangan teknologi otomasi pengisian air yang menekankan prinsip desain minimalis dan efisiensi fungsional melalui pemanfaatan sensor infrared proximity sebagai elemen utama pendeteksian objek dan modul relay sebagai mekanisme pengendali aktuator tanpa keterlibatan mikrokontroler. Pendekatan tersebut berbeda dari sebagian besar penelitian terdahulu yang mengutamakan integrasi sistem berbasis Arduino, ESP32, IoT, RFID, maupun perangkat lunak monitoring yang kompleks (Arfandi & Supit, 2019; Priadi et al., 2021; Hilmy et al., 2025; Firmansyah et al., 2023). Fokus penelitian diarahkan pada pembuktian bahwa sistem otomatisasi yang lebih sederhana tetap dapat menghasilkan performa operasional yang memadai dalam aspek responsivitas, keamanan, efektivitas penggunaan air, serta kemudahan implementasi. Kerangka pemikiran ini memperluas diskursus mengenai desain sistem otomasi berbiaya rendah dengan menunjukkan bahwa peningkatan fungsi tidak selalu harus dicapai melalui penambahan kompleksitas teknologi, melainkan dapat diperoleh melalui optimasi hubungan antara sensor, relay, dan aktuator dalam satu arsitektur sistem yang ringkas.

Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem otomatisasi pengisian air galon menggunakan sensor infrared proximity yang mampu mengaktifkan dan menghentikan proses pengaliran air secara otomatis berdasarkan keberadaan objek pada area pengisian. Kontribusi penelitian terletak pada pengembangan model otomasi sederhana yang menghilangkan kebutuhan mikrokontroler tanpa mengurangi fungsi dasar sistem, sehingga menghasilkan rancangan yang lebih ekonomis, mudah direplikasi, dan praktis untuk diterapkan pada skala rumah tangga. Kontribusi metodologis diwujudkan melalui pendekatan perancangan berbasis integrasi langsung antara sensor, relay, dan pompa air DC yang memungkinkan evaluasi kinerja sistem secara lebih fokus pada efektivitas mekanisme deteksi dan kendali. Hasil penelitian diharapkan dapat memperkaya pengembangan teknologi otomasi berbiaya rendah sekaligus menjadi landasan bagi riset lanjutan mengenai optimalisasi perangkat pengisian air otomatis yang mengedepankan efisiensi, higienitas, dan kemudahan implementasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen empiris melalui perancangan dan implementasi prototipe sistem otomatisasi pengisian air galon berbasis sensor infrared proximity. Arsitektur sistem terdiri atas sensor infrared proximity sebagai perangkat pendeteksi keberadaan gelas, modul relay sebagai aktuator pengendali, pompa air DC sebagai komponen pengalir air, baterai Li-ion 18650 dan modul charger TP4056 sebagai sumber daya, serta rangkaian kabel penghubung dan selang air sebagai media distribusi fluida. Sistem dirancang dengan prinsip kendali langsung (direct control system), di mana sinyal keluaran sensor digunakan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan relay tanpa menggunakan mikrokontroler sehingga menghasilkan desain yang sederhana, ekonomis, dan mudah direplikasi. Tahapan implementasi meliputi identifikasi kebutuhan sistem, perancangan skematik rangkaian elektronik, perakitan komponen, integrasi sensor dengan relay dan pompa DC, pemasangan pada casing prototipe, serta verifikasi fungsi dasar setiap komponen sebelum dilakukan pengujian operasional.

Pengujian sistem dilakukan secara eksperimental dengan mensimulasikan kondisi penggunaan aktual melalui penempatan dan pengambilan gelas pada area deteksi sensor. Prosedur pengujian mencakup pengamatan kemampuan sensor dalam mendeteksi objek, respons relay terhadap sinyal sensor, serta kemampuan pompa DC dalam mengalirkan dan menghentikan aliran air secara otomatis. Validasi sistem dilakukan melalui pengujian fungsional (functional testing) terhadap seluruh skenario operasi yang dirancang, yaitu kondisi objek terdeteksi dan tidak terdeteksi. Evaluasi kinerja sistem menggunakan beberapa metrik utama yang meliputi tingkat keberhasilan deteksi objek, kecepatan respons aktivasi pompa, stabilitas operasi sistem, efektivitas penghentian aliran air, aspek keamanan kelistrikan, efisiensi penggunaan energi, tingkat higienitas penggunaan tanpa sentuhan (touchless operation), dan aspek ekonomis berdasarkan total biaya perancangan. Hasil pengujian kemudian dianalisis secara deskriptif untuk menilai kesesuaian kinerja prototipe terhadap tujuan perancangan sistem otomatisasi pengisian air galon.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi dan Kinerja Fungsional Sistem Otomatisasi Pengisian Air Galon

Implementasi sistem otomatisasi pengisian air galon diawali dengan integrasi sensor infrared proximity, modul relay, pompa air DC, dan sumber daya ke dalam satu rangkaian kendali langsung. Arsitektur tersebut dirancang tanpa mikrokontroler sehingga aliran sinyal dari sensor menuju aktuator berlangsung melalui mekanisme switching yang sederhana. Penggunaan prinsip direct control memungkinkan pengurangan kompleksitas sistem tanpa menghilangkan fungsi utama otomasi sebagaimana banyak diterapkan pada perangkat otomatis berbiaya rendah (Suraidi, 2021). Hasil perakitan menunjukkan bahwa seluruh komponen dapat terhubung dan beroperasi sesuai rancangan awal.

Pengujian awal dilakukan untuk memastikan kemampuan sensor dalam mengenali keberadaan gelas pada area pengisian. Sensor infrared proximity menunjukkan respons yang stabil ketika objek ditempatkan pada jarak operasional yang telah ditentukan. Karakteristik tersebut sejalan dengan temuan bahwa sensor proximity memiliki waktu respons yang relatif cepat pada aplikasi otomasi sederhana (Azis et al., 2024). Stabilitas deteksi menjadi faktor penting karena berpengaruh langsung terhadap aktivasi relay dan pompa air.

Kinerja relay diamati selama proses aktivasi dan deaktivasi sistem. Hasil pengamatan memperlihatkan bahwa relay mampu merespons sinyal keluaran sensor tanpa mengalami keterlambatan yang signifikan. Fenomena ini menunjukkan bahwa penggunaan relay masih relevan pada sistem kendali sederhana yang tidak memerlukan pemrosesan data kompleks (Ardin & Islami, 2023). Kondisi tersebut mendukung kontinuitas operasi pompa selama objek masih berada dalam area deteksi.

Pengujian berikutnya difokuskan pada kemampuan pompa air DC dalam mengalirkan air secara otomatis. Air mulai mengalir segera setelah sensor mendeteksi keberadaan gelas dan berhenti ketika objek dipindahkan. Pola operasi tersebut menunjukkan hubungan sebab-akibat yang konsisten antara proses pendeteksian dan proses aktuasi. Temuan ini memiliki kesamaan dengan sistem pengisian galon otomatis berbasis sensor yang dikembangkan pada penelitian terdahulu (Al Hakim et al., 2023).

Evaluasi fungsional kemudian dilakukan melalui beberapa skenario penggunaan untuk mengidentifikasi tingkat keberhasilan operasi sistem. Pengujian dilakukan secara berulang dengan kondisi objek terdeteksi dan tidak terdeteksi. Hasil pengujian dirangkum pada Tabel 1 untuk memperlihatkan konsistensi respons sistem selama pengoperasian. Data tersebut digunakan sebagai dasar interpretasi terhadap efektivitas rancangan yang dikembangkan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Fungsional Sistem

Skenario Pengujian	Jumlah Uji	Berhasil	Persentase (%)
Objek terdeteksi	20	20	100
Objek tidak terdeteksi	20	20	100
Aktivasi relay	20	20	100
Aktivasi pompa	20	19	95
Penghentian pompa	20	20	100

Data pada Tabel 1 memperlihatkan bahwa tingkat keberhasilan deteksi objek mencapai nilai maksimum pada seluruh siklus pengujian. Aktivasi pompa menunjukkan satu kegagalan yang berkaitan dengan posisi objek yang berada pada batas sensitivitas sensor. Tingkat keberhasilan sebesar 95% masih menunjukkan performa operasional yang sangat baik untuk sistem yang tidak menggunakan pengendali berbasis mikrokontroler. Nilai tersebut memperlihatkan bahwa kesederhanaan rancangan tidak selalu berbanding lurus dengan penurunan kualitas fungsi sistem.

Karakteristik respons yang diperoleh mengindikasikan bahwa sensor infrared proximity mampu menjalankan fungsi pendeteksian secara konsisten. Kinerja tersebut memperkuat hasil penelitian mengenai pemanfaatan sensor infrared pada sistem otomasi yang menuntut respons cepat dan biaya implementasi rendah (Masyarik et al., 2022). Keandalan sensor berkontribusi langsung terhadap efektivitas proses pengisian air. Hubungan tersebut menunjukkan bahwa kualitas deteksi menjadi komponen paling menentukan dalam sistem yang menggunakan kendali langsung.

Dari perspektif rekayasa sistem, eliminasi mikrokontroler menghasilkan struktur rangkaian yang lebih sederhana dibandingkan sistem berbasis Arduino atau ESP32. Pendekatan tersebut berbeda dengan penelitian yang mengintegrasikan sensor dengan pemrosesan digital dan komunikasi data untuk meningkatkan kecerdasan sistem (Priadi et al., 2021; Hilmy et al., 2025). Penyederhanaan arsitektur menghasilkan keuntungan pada aspek biaya, kemudahan perawatan, dan reproduktibilitas perancangan. Karakteristik tersebut relevan untuk implementasi pada skala rumah tangga yang tidak memerlukan fitur monitoring lanjutan.

Analisis operasional memperlihatkan bahwa sistem mampu menjalankan fungsi utama pengisian air secara otomatis tanpa intervensi pengguna. Pengguna hanya perlu menempatkan gelas pada area deteksi untuk memulai proses pengisian. Pola interaksi ini sejalan dengan tujuan pengembangan perangkat touchless yang semakin banyak diterapkan pada sistem distribusi air modern (Singgeta & Manembu, 2021). Pengurangan kontak fisik juga berkontribusi terhadap peningkatan kenyamanan penggunaan sehari-hari.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa rancangan yang dikembangkan berhasil memenuhi tujuan penelitian dalam aspek fungsi dasar otomasi. Sistem mampu mendeteksi objek, mengaktifkan pompa, dan menghentikan aliran air secara otomatis dengan tingkat keberhasilan yang tinggi. Temuan tersebut memperkuat argumentasi bahwa rancangan sederhana berbasis sensor proximity masih memiliki nilai praktis yang kuat dalam pengembangan teknologi pengisian air otomatis (Sihotang, 2024). Potensi pengembangan lebih lanjut dapat diarahkan pada peningkatan sensitivitas sensor dan integrasi fitur monitoring tanpa mengubah prinsip dasar sistem.

Analisis Efisiensi, Keamanan, dan Higienitas Sistem

Evaluasi terhadap efisiensi sistem dilakukan dengan mengamati hubungan antara mekanisme pendeteksian otomatis dan proses pengeluaran air selama pengoperasian. Sistem yang dikembangkan mampu menghilangkan kebutuhan penekanan tombol secara berulang sebagaimana ditemukan pada pompa galon konvensional. Karakteristik tersebut berkontribusi terhadap pengurangan waktu interaksi pengguna dengan perangkat. Efisiensi operasional merupakan salah satu indikator penting dalam pengembangan sistem otomasi berbasis sensor untuk aplikasi rumah tangga dan layanan air minum (Setiawan & Rijanto, 2019).

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pompa hanya aktif ketika objek berada dalam area deteksi sensor. Pola kerja tersebut mengurangi kemungkinan pompa bekerja tanpa kebutuhan aktual dari pengguna. Penggunaan mekanisme aktivasi berbasis keberadaan objek juga menekan potensi pemborosan air akibat kelalaian pengguna saat menghentikan proses pengisian. Temuan ini sejalan dengan konsep kendali adaptif pada sistem pengisian otomatis yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya (Andrizal & Yendri, 2017).

Aspek efisiensi juga dipengaruhi oleh kesederhanaan arsitektur sistem yang digunakan dalam penelitian ini. Tidak adanya mikrokontroler menyebabkan kebutuhan daya operasional menjadi lebih rendah dibandingkan sistem yang memerlukan pemrosesan data secara kontinu. Kondisi tersebut memberikan keuntungan pada penggunaan jangka panjang karena konsumsi energi menjadi lebih terkendali. Penelitian mengenai sistem pengisian galon berbasis IoT menunjukkan bahwa peningkatan fitur umumnya diikuti oleh peningkatan kebutuhan energi dan kompleksitas perangkat (Arniyanto et al., 2021).

Perspektif keamanan menjadi parameter penting karena sistem beroperasi pada lingkungan yang berdekatan dengan air. Rangkaian yang digunakan memanfaatkan sumber tegangan DC berdaya rendah sehingga risiko sengatan listrik dapat diminimalkan selama penggunaan normal. Penempatan komponen elektronik dalam casing pelindung juga mengurangi kemungkinan terjadinya kontak langsung antara pengguna dan bagian kelistrikan. Pendekatan serupa banyak diterapkan pada perangkat otomasi rumah tangga untuk menjaga keselamatan pengguna selama proses operasi (Wahyuningrum & Tobing, 2025).

Pengujian keamanan dan efisiensi dilakukan melalui observasi terhadap beberapa parameter operasional selama penggunaan berulang. Hasil evaluasi memperlihatkan bahwa sistem mampu mempertahankan kinerja yang stabil tanpa menunjukkan gejala panas berlebih pada komponen utama. Ringkasan hasil pengamatan tersebut disajikan pada Tabel 2 sebagai dasar analisis terhadap performa operasional perangkat. Data tersebut memperlihatkan hubungan antara desain sistem dan kualitas kinerja yang dihasilkan.

Tabel 2. Evaluasi Efisiensi dan Keamanan Sistem

Parameter Evaluasi	Hasil Pengamatan	Kategori
Aktivasi otomatis	Berfungsi stabil	Sangat Baik
Penghentian otomatis	Berfungsi stabil	Sangat Baik
Konsumsi daya	Rendah	Baik
Suhu komponen	Normal	Baik
Risiko kontak listrik	Rendah	Sangat Baik
Potensi pemborosan air	Rendah	Sangat Baik

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa sistem mampu mempertahankan stabilitas operasi pada seluruh parameter yang diuji. Konsumsi daya yang rendah merupakan konsekuensi langsung dari penggunaan rangkaian kendali sederhana tanpa unit pemrosesan tambahan. Kondisi tersebut memberikan keuntungan ekonomis pada penggunaan jangka panjang. Karakteristik serupa juga dilaporkan pada pengembangan perangkat pengisian galon otomatis yang menitikberatkan efisiensi komponen dan kemudahan implementasi (Nurmuslimah et al., 2025).

Aspek higienitas menjadi salah satu keunggulan utama dari sistem yang dirancang. Pengguna tidak perlu menyentuh tombol atau sakelar saat mengambil air karena aktivasi berlangsung secara otomatis berdasarkan deteksi objek. Pengurangan kontak fisik berpotensi menekan perpindahan kontaminan dari tangan ke permukaan perangkat. Pendekatan touchless semakin banyak direkomendasikan dalam pengembangan perangkat pelayanan publik dan distribusi air minum modern (Henderi et al., 2020).

Nilai higienitas yang meningkat juga berkaitan dengan perubahan pola interaksi antara manusia dan perangkat. Sistem otomatis membuat proses pengambilan air berlangsung secara lebih terkontrol tanpa ketergantungan terhadap tindakan mekanis pengguna. Konsep tersebut memiliki kesamaan dengan implementasi sistem pengisian galon otomatis yang dikembangkan untuk meningkatkan kualitas layanan pada lingkungan penggunaan bersama (Mughtar et al., 2026). Perubahan pola interaksi ini menjadi salah satu indikator keberhasilan penerapan teknologi otomasi sederhana.

Analisis komparatif menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan memiliki orientasi berbeda dibandingkan platform berbasis IoT dan RFID. Penelitian terdahulu lebih menitikberatkan pada integrasi monitoring, pencatatan data, dan komunikasi jaringan sebagai fitur utama sistem (Hilmy et al., 2025; Sampurna et al., 2026). Penelitian ini menempatkan efisiensi operasional, keamanan penggunaan, dan higienitas sebagai fokus utama pengembangan. Pendekatan tersebut menghasilkan perangkat yang lebih sederhana namun tetap relevan terhadap kebutuhan pengguna sehari-hari.

Interpretasi hasil pengujian menunjukkan bahwa efisiensi, keamanan, dan higienitas memiliki hubungan yang saling memperkuat dalam sistem otomasi pengisian air. Pengurangan kontak fisik meningkatkan kebersihan penggunaan sekaligus menyederhanakan prosedur operasional. Struktur rangkaian yang sederhana mendukung efisiensi energi dan menurunkan risiko gangguan teknis selama penggunaan. Karakteristik tersebut memperlihatkan bahwa optimasi fungsi dasar dapat menghasilkan nilai praktis yang tinggi tanpa ketergantungan pada teknologi yang kompleks.

Analisis Keandalan Sistem dan Aspek Ekonomis Perancangan

Keandalan sistem merupakan indikator penting dalam menentukan kualitas suatu perangkat otomasi yang ditujukan untuk penggunaan berulang. Pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa sistem mampu mempertahankan fungsi deteksi dan aktuasi secara konsisten selama siklus operasi yang dilakukan secara berulang. Konsistensi tersebut menunjukkan bahwa integrasi antara sensor infrared proximity, relay, dan pompa DC telah menghasilkan mekanisme kerja yang stabil. Stabilitas operasi menjadi faktor yang sangat menentukan keberhasilan implementasi teknologi otomasi pada perangkat pengisian air minum (Firmansyah et al., 2023).

Keandalan sensor infrared proximity terlihat dari kemampuannya dalam mempertahankan sensitivitas deteksi pada berbagai pengujian. Respons sensor tetap berada pada tingkat yang dapat diterima selama objek ditempatkan dalam area kerja yang telah ditentukan. Karakteristik tersebut

menunjukkan bahwa sensor mampu menjalankan fungsi pemicu sistem secara efektif tanpa memerlukan proses kalibrasi yang kompleks. Temuan ini memiliki kesesuaian dengan penelitian mengenai penggunaan sensor proximity pada berbagai aplikasi otomasi yang menekankan kestabilan deteksi sebagai parameter utama performa sistem (Azis et al., 2024).

Kinerja relay juga menunjukkan tingkat reliabilitas yang baik selama proses aktivasi dan deaktivasi berlangsung. Tidak ditemukan kegagalan switching yang dapat mengganggu proses pengisian air selama pengujian operasional. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa relay masih menjadi komponen yang efektif untuk aplikasi kendali sederhana dengan kebutuhan beban rendah hingga menengah. Penggunaan mekanisme switching berbasis relay masih banyak dipertahankan dalam berbagai sistem otomasi karena kemampuannya menghasilkan operasi yang stabil dan mudah dipelihara (Ardin & Islami, 2023).

Analisis terhadap pompa air DC memperlihatkan bahwa komponen tersebut mampu mempertahankan debit aliran yang relatif konstan selama proses pengisian. Stabilitas debit berpengaruh langsung terhadap kenyamanan pengguna karena menghasilkan proses pengisian yang lebih terkendali. Faktor ini menjadi penting mengingat fluktuasi aliran dapat menurunkan kualitas pengalaman pengguna dalam pengoperasian sehari-hari. Kajian mengenai sistem pengisian air otomatis menunjukkan bahwa kestabilan aktuator merupakan salah satu faktor yang memengaruhi persepsi kualitas perangkat secara keseluruhan (Setiawan & Rijanto, 2019).

Evaluasi ekonomi dilakukan dengan mempertimbangkan biaya komponen utama yang digunakan dalam perancangan sistem. Analisis biaya diperlukan untuk mengetahui tingkat kelayakan implementasi perangkat pada skala rumah tangga maupun usaha kecil. Ringkasan biaya perancangan disajikan pada Tabel 3 untuk menggambarkan struktur pengeluaran yang diperlukan dalam pembangunan prototipe. Informasi tersebut menjadi dasar untuk menilai daya saing sistem terhadap produk sejenis yang tersedia di pasaran.

Tabel 3. Estimasi Biaya Perancangan Sistem

Komponen	Biaya (Rp)
Sensor Infrared Proximity	5.000
Modul Relay	12.000
Pompa Air DC	35.000
Baterai Li-ion 18650	10.000
Modul Charger TP4056	10.000
Kabel dan Konektor	5.000
Material Pendukung	3.000
Total	80.000

Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa biaya terbesar berasal dari pompa air DC sebagai komponen utama penggerak fluida. Sensor infrared proximity dan relay hanya menyumbang sebagian kecil dari total biaya sistem. Struktur biaya tersebut memperlihatkan bahwa peningkatan fungsi otomatisasi dapat dicapai tanpa memerlukan investasi perangkat keras yang tinggi. Karakteristik ini menjadi salah satu keunggulan dibandingkan sistem yang mengintegrasikan modul komunikasi, mikrokontroler, dan perangkat monitoring tambahan (Hilmy et al., 2025).

Perspektif ekonomis tidak hanya berkaitan dengan biaya pembangunan awal, tetapi juga menyangkut biaya operasional dan pemeliharaan. Arsitektur sistem yang sederhana menyebabkan jumlah komponen elektronik menjadi lebih sedikit sehingga risiko kerusakan dapat ditekan. Pengurangan jumlah komponen juga mempermudah proses perbaikan apabila terjadi gangguan selama penggunaan. Kondisi tersebut berbeda dengan sistem berbasis IoT yang memiliki kebutuhan konfigurasi dan pemeliharaan yang relatif lebih kompleks (Sampurna et al., 2026; Arniyanto et al., 2021).

Analisis komparatif menunjukkan bahwa penelitian terdahulu banyak berfokus pada peningkatan kecerdasan sistem melalui penggunaan sensor tambahan, mikrokontroler, maupun teknologi

komunikasi data. Pendekatan tersebut mampu menghasilkan fungsi yang lebih luas, namun sering kali meningkatkan kompleksitas teknis dan biaya implementasi (Sihotang, 2024; Priadi et al., 2021). Penelitian ini mengambil pendekatan yang berbeda dengan menitikberatkan pada optimasi fungsi dasar melalui integrasi langsung antara sensor dan aktuator. Strategi tersebut menghasilkan keseimbangan antara kinerja operasional, keandalan sistem, dan efisiensi biaya.

Dari sudut pandang penerapan teknologi, rancangan yang dikembangkan memiliki potensi implementasi yang cukup luas. Sistem dapat diterapkan pada rumah tangga, ruang tunggu, kantor, maupun fasilitas publik yang membutuhkan mekanisme pengambilan air secara otomatis. Tingkat kemudahan perakitan memungkinkan perangkat direplikasi tanpa memerlukan keahlian pemrograman yang tinggi. Potensi tersebut memperkuat hasil penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa teknologi pengisian galon otomatis dapat meningkatkan kenyamanan dan kualitas layanan pengguna (Mughtar et al., 2026; Henderi et al., 2020).

Interpretasi keseluruhan hasil penelitian menunjukkan bahwa keandalan operasional dan efisiensi biaya merupakan dua aspek yang berhasil dicapai secara bersamaan dalam rancangan ini. Sistem mampu menjalankan fungsi otomatisasi secara stabil dengan biaya pembangunan yang relatif rendah dibandingkan berbagai pendekatan berbasis mikrokontroler dan jaringan komunikasi. Nilai praktis yang dihasilkan memperlihatkan bahwa inovasi teknologi tidak selalu bergantung pada peningkatan kompleksitas perangkat, melainkan juga pada efektivitas integrasi komponen yang digunakan. Karakteristik tersebut menempatkan sistem yang dikembangkan sebagai alternatif yang layak untuk mendukung kebutuhan otomasi pengisian air pada berbagai lingkungan penggunaan.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem otomatisasi pengisian air galon berbasis sensor infrared proximity dengan prinsip kendali langsung tanpa mikrokontroler. Hasil pengujian menunjukkan bahwa integrasi sensor infrared proximity, modul relay, dan pompa air DC mampu menghasilkan mekanisme pengisian air yang bekerja secara otomatis, responsif, dan stabil berdasarkan keberadaan objek pada area deteksi. Kinerja sistem memperlihatkan tingkat keberhasilan fungsi yang tinggi dalam mendeteksi gelas, mengaktifkan pompa, serta menghentikan aliran air secara otomatis, sehingga mendukung peningkatan efisiensi penggunaan dan kemudahan operasional. Aspek keamanan didukung oleh penggunaan sumber tegangan DC dan konfigurasi rangkaian yang sederhana, sedangkan aspek higienitas meningkat karena proses pengambilan air berlangsung tanpa kontak langsung dengan perangkat. Analisis ekonomis menunjukkan bahwa sistem dapat direalisasikan dengan biaya yang relatif rendah dan komponen yang mudah diperoleh, sehingga memiliki potensi implementasi yang luas pada lingkungan rumah tangga maupun fasilitas publik. Temuan penelitian menegaskan bahwa pendekatan otomasi berbasis sensor infrared proximity dapat menghasilkan solusi yang andal, efisien, ekonomis, dan mudah direplikasi untuk mendukung pengembangan teknologi pengisian air minum otomatis.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Hakim, E., Asrori, G. F. A., Tafrikhatin, A., Nasrullah, H., & Sumarah, J. (2023). Kran Air Minum Galon Otomatis Berbasis Sensor Inframerah. *JASATEC*, 3(1), 1-6. <https://doi.org/10.37339/jasatec.v3i1.1335>.
- Andrizal, A., & Yendri, D. (2017). Pengendali Pompa Pengisi Galon Air Berbasis Sensor Waterflow Dan Mini PC. *Jurnal Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi*, 1(2), 240115. <https://doi.org/10.29207/resti.v1i2.34>.
- Anwari, R. A., & Pambudi, W. S. (2021, July). Implementasi Hanning Filter, Kalman Filter, dan Moving Average Filter pada Pengisian Air Minum Isi Ulang Otomatis. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika (SNESTIK)* (Vol. 1, No. 1, pp. 7-12). <https://doi.org/10.31284/p.snestik.2021.1464>.
- Ardin, M. B., & Islami, A. M. (2023). Interlock Rancangan Bangun Pintu Otomatis Dengan Menggunakan Sistem Interlock. *Medika Trada*, 4(1), 15-19. <https://doi.org/10.59485/jtemp.v4i1.24>.
- Arfandi, A., & Supit, Y. (2019). Prototipe Sistem Otomasi Pada Pengisian Depot Air Minum Isi Ulang Berbasis Arduino Uno. *Simtek: jurnal sistem informasi dan teknik komputer*, 4(1), 91-99. <https://doi.org/10.51876/simtek.v4i1.53>.

- Arniyanto, M. D., Irawan, J. D., & Wahyuni, F. S. (2021). Rancang Bangun Alat Pengisian Minuman Dan Monitoring Air Galon Berbasis Iot (Internet of Things). *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 5(2), 565-572. <https://doi.org/10.36040/jati.v5i2.3807>.
- Azis, A., Nurdiana, N., & Saputra, J. (2024). Perancangan prototipe pengendali pintu pagar otomatis menggunakan sensor sidik jari dan sensor proximity infrared berbasis arduino uno. *Elektrika*, 16(1), 35-44. <https://doi.org/10.26623/elektrika.v16i1.8252>.
- Firmansyah, F. R., Iqbal, M., & Setyaningsih, N. Y. D. (2023). Sistem Kendali Pengisian Air Galon Dan Monitoring Penjualan Menggunakan Borland Deplhi 7. *Jurnal Elektro Kontrol (ELKON)*, 3(1), 20-29. <https://doi.org/10.24176/elkon.v3i1.9678>.
- Henderi, H., Rafika, A. S., & Merliasari, R. P. (2020). Alat Pemantau Air Galon Dan Pengisi Gelas Otomatis Berbasis ESP8266. *Journal Cerita*, 6(1), 86-94. <https://doi.org/10.33050/cerita.v6i1.891>.
- Hilmy, A., Aprilianto, R. A., Setiowati, S., & Sudradjat, I. (2025). Monitoring dan Pengisian Air Galon Otomatis Menggunakan RFID Berbasis Internet of Things. *Electrices*, 7(2), 86-93. <https://doi.org/10.32722/ees.v7i2.7737>.
- Masyarik, Y. E., Kurnianto, D., & Zen, N. A. (2022). Rancang Bangun Purwarupa Sistem Parkir Otomatis Menggunakan RFID dan Sensor IR Proximity. *Elektron: Jurnal Ilmiah*, 14, 55-60. <https://doi.org/10.30630/eji.14.2.300>.
- Muchtar, A., Makmur, E., Ashari, H., Burhan, M. I., & Riska, M. (2026). Pendampingan Pemanfaatan Sistem Pengisian Galon Otomatis Bagi Depot Air Minum Isi Ulang. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(1), 150-155. <https://doi.org/10.59562/abdimas.v4i1.12778>.
- Nurmuslimah, S., Munir, M., & Kasih, J. D. (2025). Rancang Bangun Sistem Pengisi Galon Otomatis Menggunakan Arduino Dan Sensor Kapasitif Tipe Ljcl8a3. *Kernel: Jurnal Riset Inovasi Bidang Informatika dan Pendidikan Informatika*, 6(1), 35-42. <https://doi.org/10.31284/j.kernel.2025.v6i1.7385>.
- Priadi, M. R., Suhendra, T., & Rusfa, R. (2021). Perancangan Sistem Pengisian Galon Otomatis Pada Depot Air Minum Isi Ulang Berbasis Esp 32. *Student Online Journal (SOJ) Umrah-Teknik*, 2(2), 345-352.
- Sampurna, R., Veronica, V., & Rifka, S. (2026). Penerapan Internet Of Things (Iot) Dalam Sistem Otomatisasi Pengisian Depot Air Galon. *Suliwa: Jurnal Multidisiplin Teknik, Sains, Pendidikan dan Teknologi*, 3(2), 69-82. <https://doi.org/10.62671/suliwa.v3i2.236>.
- Setiawan, H. A., & Rijanto, T. (2019). Rancang Bangun Sistem Kontrol Pengisian Air Minum Dalam Kemasan Menggunakan Arduino Uno Dengan Sensor Load Cell. *Jurnal Teknik Elektro*, 8(3). <https://doi.org/10.26740/jte.v8n3.p%25p>.
- Sihotang, R. F. (2024). Rancang bangun sistem pengisian air galon otomatis menggunakan sensor proximity dan flowmeter berbasis arduino uno. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(3S1). <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i3S1.5115>.
- Singgeta, R. L., & Manembu, P. D. (2021). Implementasi Sistem Monitoring Penggunaan Air Minum Pada Multiple Dispenser Berbasis IoT. *Rang Teknik Journal*, 4(1), 127-133. <https://doi.org/10.31869/rtj.v4i1.2248>.
- Suraidi, S. (2021). Modifikasi Pompa Air Minum Galon Elektrik Menjadi Otomatis Dengan Sensor Infra Merah. *Prosiding Serina*, 1(1), 301-310. <https://doi.org/10.24912/pserina.v1i1.16380>.
- Wahyuningrum, R., & Tobing, V. (2025). Rancang Bangun Tempat Sampah Pemilah Otomatis Berbasis Arduino menggunakan Sensor Proximity. *Jurnal Esensi Infokom: Jurnal Esensi Sistem Informasi dan Sistem Komputer*, 79-88. <https://doi.org/10.55886/infokom.v9i1.976>.
- Yusman, M., & Purnama, A. H. (2021). Prototipe Sistem Otomasi Pada Pengisian Depot Air Minum Isi Ulang Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknologi dan Informatika (JEDA)*, 2(2). <https://doi.org/10.57084/jeda.v2i2.975>.