

PROTOTYPE MONITORING KETINGGIAN AIR DAN KONTROL JARAK JAUH PINTU AIR PADA BENDUNGAN

¹Tarisa Auliya Ramadhani, ²Putri Miya Gunawan, ³Lely Mustikasari Mahardhika Fitriani, ⁴Arief Rahman Yusuf

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Ponorogo
Jalan Budi Utomo No.10 Siman Ponorogo 63471

¹tarisaauliyaramadhani@gmail.com, ²putrimiya27@gmail.com, ³lelymustika198@gmail.com, ⁴yusuf@umpo.ac.id

Abstrak

Dalam upaya meningkatkan efisiensi dan akurasi pemantauan bendungan, saat ini diperlukan sistem yang lebih canggih daripada metode manual yang masih banyak digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan prototipe sistem pemantauan ketinggian air dan pengontrolan pintu air pada bendungan yang dapat dioperasikan secara otomatis dan real-time. Metode yang digunakan mencakup penggunaan sensor ultrasonik dan water level float switch yang terhubung dengan mikrokontroler ESP-8266, serta motor DC dan relay untuk menggerakkan pintu air. Data yang dikumpulkan oleh sensor dikirimkan melalui internet untuk pemantauan jarak jauh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu memantau ketinggian air dengan akurasi 96% dan error 4%, serta memberikan respons cepat terhadap perubahan kondisi air. Sistem ini juga dapat memberikan notifikasi real-time melalui aplikasi web, membantu mengurangi beban kerja manusia dan meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat sekitar bendungan terhadap potensi banjir.

Kata kunci: ESP-8266, Kontrol pintu air, Monitoring ketinggian air, Sensor ultrasonik, Water level float switch.

Abstract

In an effort to enhance the efficiency and accuracy of dam monitoring, there is a need for more advanced systems compared to the manual methods still widely used. This study aims to design and develop a prototype system for monitoring water levels and controlling dam gates that can be operated automatically and in real-time. The methods used include ultrasonic sensors and water level float switches connected to an ESP-8266 microcontroller, as well as DC motors and relays to operate the dam gates. The data collected by the sensors is transmitted via the internet for remote monitoring. The results of the study show that the developed system can monitor water levels with 96% accuracy and 4% error, and provides a quick response to changes in water conditions. This system can also send real-time notifications through a web application, helping to reduce human workload and increase community preparedness around the dam area for potential flooding.

Keywords: ESP-8266, Gate control, Ultrasonic sensors, Water level float switch, Water level monitoring.

PENDAHULUAN

Bendungan adalah struktur yang dibangun untuk mengendalikan aliran air. Umumnya, bendungan dilengkapi dengan pintu air yang dirancang untuk membuang

kelebihan air secara bertahap atau kontinu, tergantung pada kondisi debit atau volume air di bendungan tersebut [1]. Idealnya, pengoperasian pintu air pada bendungan dilakukan secara otomatis berdasarkan perubahan volume air yang selalu berubah

dalam rentang waktu yang tidak terbatas [2]. Untuk memastikan pengendalian air yang efektif, sistem otomatis pada pintu air harus mampu merespons fluktuasi volume air dengan cepat dan tepat. Dengan demikian, risiko banjir atau kekeringan dapat diminimalkan, serta ketersediaan air untuk berbagai kebutuhan seperti irigasi, pembangkit listrik, dan pasokan air minum dapat terjaga dengan baik. Selain itu, pemeliharaan rutin dan pemantauan yang kontinu diperlukan untuk memastikan bahwa mekanisme pengaturan air tetap berfungsi dengan optimal sepanjang waktu [3].

Saat ini, meskipun sudah ada beberapa teknologi pemantauan ketinggian air di bendungan, sebagian besar sistem masih memerlukan intervensi manual dari personel yang siap siaga untuk memastikan ketinggian air terpantau dengan baik [4]. Pengawasan terhadap ketinggian air di bendungan adalah tugas yang sangat penting, sehingga kelalaian dalam pengawasan dapat mengakibatkan dampak yang merugikan, terutama terkait dengan keselamatan warga di sekitarnya [5]. Selain itu, penyampaian informasi mengenai ketinggian air juga sangat penting. Ketika curah hujan tinggi, warga yang tinggal di sekitar bendungan seringkali tidak memiliki cukup waktu untuk mengamankan barang-barang mereka [6].

Untuk memantau debit dan ketinggian air, diperlukan sensor yang mampu mendeteksi secara akurat dan *real-time*. Sensor-sensor tersebut perlu diintegrasikan

menggunakan mikrokontroler atau sistem komputer khusus yang dirancang untuk menjalankan tugas dari masing-masing sensor, yang dikenal sebagai sistem tertanam atau *embedded system* [7]. Data yang diperoleh dari sensor-sensor ini akan dikirim melalui internet. Informasi yang ada dikirim melalui internet tersebut kemudian akan ditampilkan di situs web monitoring untuk memberikan informasi kepada petugas pemantau pintu air bendungan [8].

Internet adalah sarana penting dalam media informasi, berfungsi sebagai jaringan komputer yang terhubung menggunakan sistem standar transmisi global, yaitu *Transmission Control Protocol/Internet Protocol Suite* (TCP/IP) [9]. Internet menjadi kebutuhan setiap orang, hampir setiap individu memerlukannya untuk media informasi dan komunikasi secara *real-time* [10]. Fasilitas internet semakin berkembang dan kompleks seiring berjalannya waktu, salah satunya adalah IoT (*Internet of Things*) [11]. IoT adalah konsep yang memperluas manfaat koneksi internet dengan menghubungkan berbagai perangkat fisik, seperti sensor dan mikrokontroler, ke jaringan internet. Dalam konteks pemantauan bendungan, IoT memungkinkan pengumpulan data debit dan ketinggian air secara akurat dan *real-time*.

Berbagai penelitian telah dilaksanakan dalam mengupayakan pembangunan sistem monitoring diantaranya yaitu penelitian oleh Windiasmoro. Penelitian ini menggunakan beberapa sensor seperti sensor ultrasonik

yang berfungsi mendeteksi ketinggian air dan *water flow sensor* sebagai alat ukur digital untuk mengukur debit air yang mengalir, dan motor servo sebagai penggerak pintu air yang selanjutnya data yang diperoleh dari komponen sistem diproses dan ditampilkan melalui aplikasi [12]. Penelitian lainnya oleh Kresna dan Susilo, yang menggunakan ESP8266 sebagai komputer mini untuk mengatur kerja sistem, sensor ultrasonik HRC-SR04 sebagai pembaca level air, motor servo sebagai alat buka tutup kran otomatis, *buzzer* sebagai sinyal peringatan dan aplikasi messegger Telegram yang telah diunduh dan dipasang pada *smartphone* [13]. Penelitian selanjutnya oleh Nas et al. menggunakan beberapa komponen elektronik lainnya antara lain Mikrokontroler NodeMCU, sensor ultrasonik, pompa air, *relay*, dan *buzzer* [14].

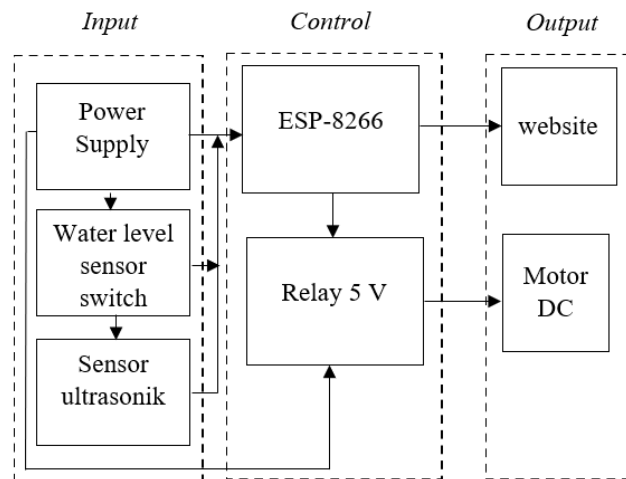
Pada tiga penelitian yang sudah dijelaskan sebelumnya hanya menggunakan alat sensor ultrasonik sebagai alat ukur ketinggian air, dengan metode pembacaan ketinggian air yang menggunakan ESP-8266 yang terhubung hanya ke sensor ultrasonik. Namun, penelitian ini menggunakan inovasi baru sensor khusus untuk mengukur ketinggian level air, yaitu sensor *water level*. Sensor dan komponen yang digunakan pada

penelitian ini antara lain *water level float sensor switch* saklar pelampung air horizontal siku, sensor ultrasonik HC-SR04, relay 5 volt 1 chanel, motor DC 12 volt, *power supply* 12 ESP-8266 mengirimkan sinyal kontrol 5V ke *relay* untuk mengaktifkan atau menonaktifkan motor DC 12Volt 5 Amper dan ESP-8266. Oleh karena itu, penelitian ini akan merancang dan mengembangkan teknologi modern yang menjadi solusi praktis untuk monitoring bendungan. Metodenya diawali dari sensor yang terintegrasi akan mentransmisikan data melalui internet untuk memantau kondisi lingkungan sekitar bendungan, termasuk ketinggian air, dan secara otomatis mengatur buka-tutup pintu air pada bendungan. Selain itu, sistem ini dapat dikendalikan secara langsung (*realtime*) dan memberikan pemberitahuan melalui situs web ketika terjadi banjir. Dengan demikian, diharapkan sistem monitoring ini dapat mengurangi beban kerja manusia dalam mengawasi dan mengendalikan sistem monitoring bendungan.

METODE PENELITIAN

A. Perancangan Komponen (*Hardware*)

1. Diagram Blok



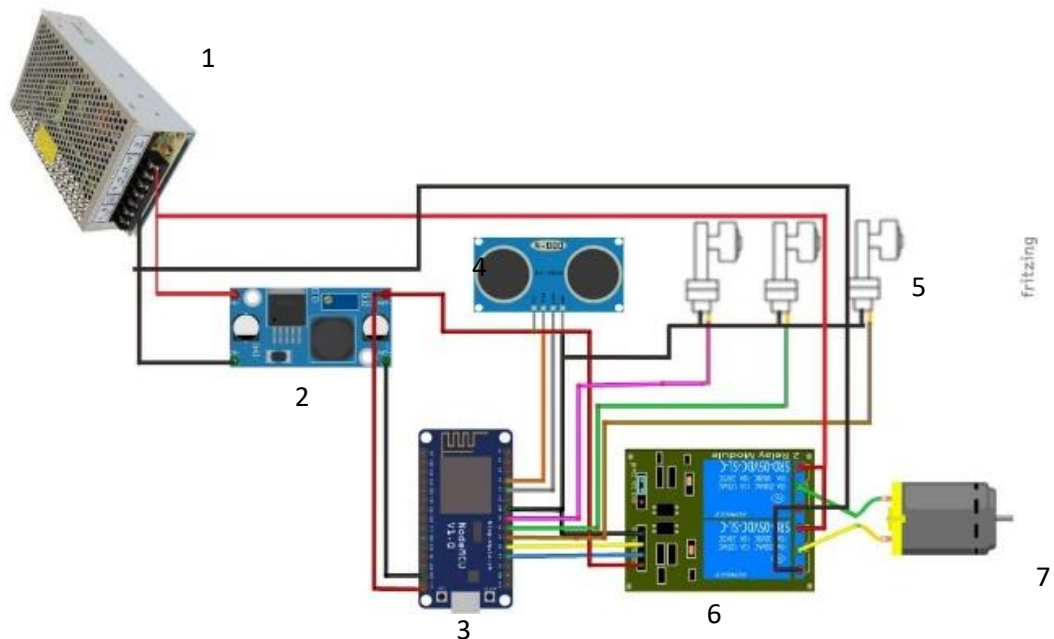
Gambar 1. Diagram Blok

Pada Gambar 1, *power supply* berfungsi sebagai pemberi tegangan sebesar 12 Volt 5 Amper terhadap ESP-8266, motor DC, sensor ultrasonik HC-SR04, *water level float* dan *relay*. ESP-8266 adalah mikrokontroler yang dilengkapi dengan kemampuan Wi-Fi, digunakan untuk mengontrol sensor, *relay*, dan mengirimkan data ke internet, sedangkan pada Motor DC 12V digunakan untuk membuka atau menutup pintu air pada bendungan. Sensor Ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mengukur jarak menggunakan gelombang ultrasonik, yang bisa digunakan untuk mendeteksi ketinggian air di dalam bendungan. Sensor Water Level digunakan untuk mendeteksi level air. Ketika air mencapai ketinggian tertentu, pelampung akan naik atau turun, memicu saklar untuk menutup atau membuka sirkuit listrik. *Relay 5V* digunakan untuk mengendalikan perangkat dengan

tegangan dan arus lebih tinggi menggunakan sinyal kontrol dari mikrokontroler.

2. Rangkaian Alat

Dalam rangkaian alat pada Gambar 2, *power supply* 12 volt (1) memberikan daya ke *stepdown* (2) yang kemudian menurunkan tegangan untuk komponen yang membutuhkan tegangan lebih rendah. ESP8266 (3) sebagai mikrokontroler utama mengendalikan sensor ultrasonik (4) untuk membaca ketinggian air dan sensor *water level float* (5) untuk mendeteksi level air pada titik tertentu. Data dari sensor kemudian digunakan oleh ESP8266 (3) untuk mengirimkan sinyal ke relay (6) yang mengontrol motor DC (7), memungkinkan pembukaan dan penutupan pintu air secara otomatis. Sistem ini memastikan pemantauan ketinggian air yang akurat dan pengendalian pintu air yang efektif.



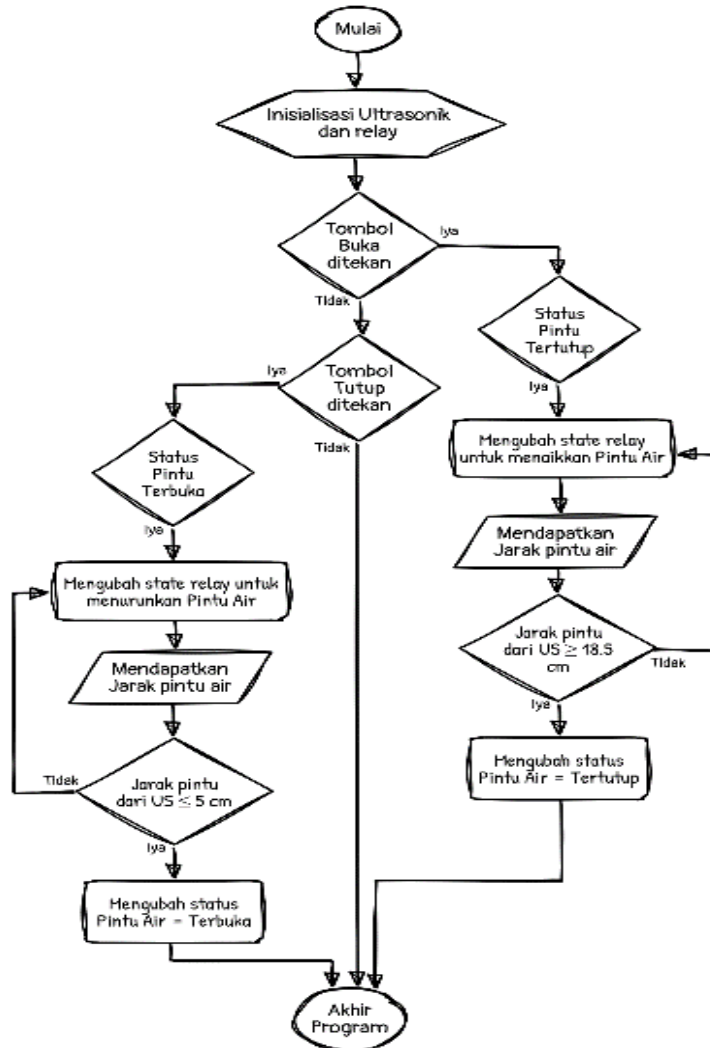
Gambar 2. Perancangan Alat

B. Perancangan Sistem (*Software*)

Pada Gambar 3, *flowchart* pengontrolan pintu menjelaskan proses pengontrolan pintu air pada bendungan. Proses dimulai dengan inisialisasi sensor ultrasonik dan *relay*. Sistem memeriksa apakah tombol buka pintu ditekan. Jika ya, sistem memeriksa status pintu air. Jika pintu air tertutup, sistem mengubah status *relay* untuk menaikkan pintu air dan membaca jarak pintu air menggunakan sensor ultrasonik. Sistem memeriksa apakah jarak pintu dari sensor ultrasonik lebih dari atau sama dengan 18.5 cm. Jika tidak, sistem mengubah status

pintu air menjadi tertutup, dan jika ya, proses kembali ke langkah memeriksa tombol buka. Selanjutnya, sistem memeriksa apakah tombol tutup pintu ditekan. Jika tidak, proses kembali ke langkah memeriksa tombol buka. Jika tombol tutup ditekan, sistem memeriksa apakah pintu air terbuka. Jika pintu air terbuka, sistem mengubah status *relay* untuk menurunkan pintu air dan membaca jarak pintu air menggunakan sensor ultrasonik. Sistem kemudian memeriksa apakah jarak pintu dari sensor ultrasonik kurang dari atau sama dengan 5 cm. Jika tidak, sistem mengubah status pintu air menjadi terbuka. Setelah itu, proses berakhir.

Diagram Alir Pengontrolan Pintu

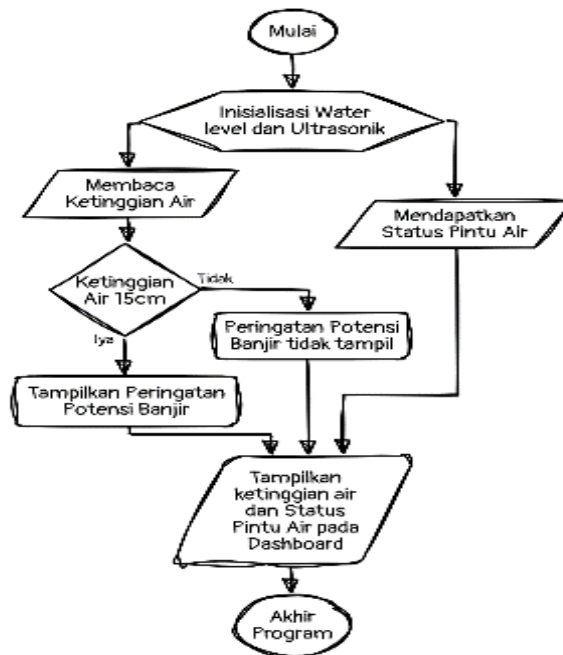


Gambar 3. Flowchart Pengontrolan Pintu Air Bendungan

Pada Gambar 4, *flowchart* pembacaan nilai sensor menjelaskan proses pembacaan nilai sensor untuk pemantauan ketinggian air. Proses dimulai dengan inisialisasi sensor ketinggian air dan sensor ultrasonik. Sistem kemudian membaca ketinggian air dan memeriksa apakah ketinggian air mencapai

15 cm. Jika tidak, sistem mengabaikan peringatan potensi banjir dan melanjutkan ke langkah berikutnya. Namun, jika ketinggian air mencapai 15 cm, sistem memberikan peringatan potensi banjir. Setelah itu, sistem menampilkan data ketinggian air dan status pintu air di dashboard, lalu proses berakhir.

Diagram Alir Pembacaan Nilai Sensor



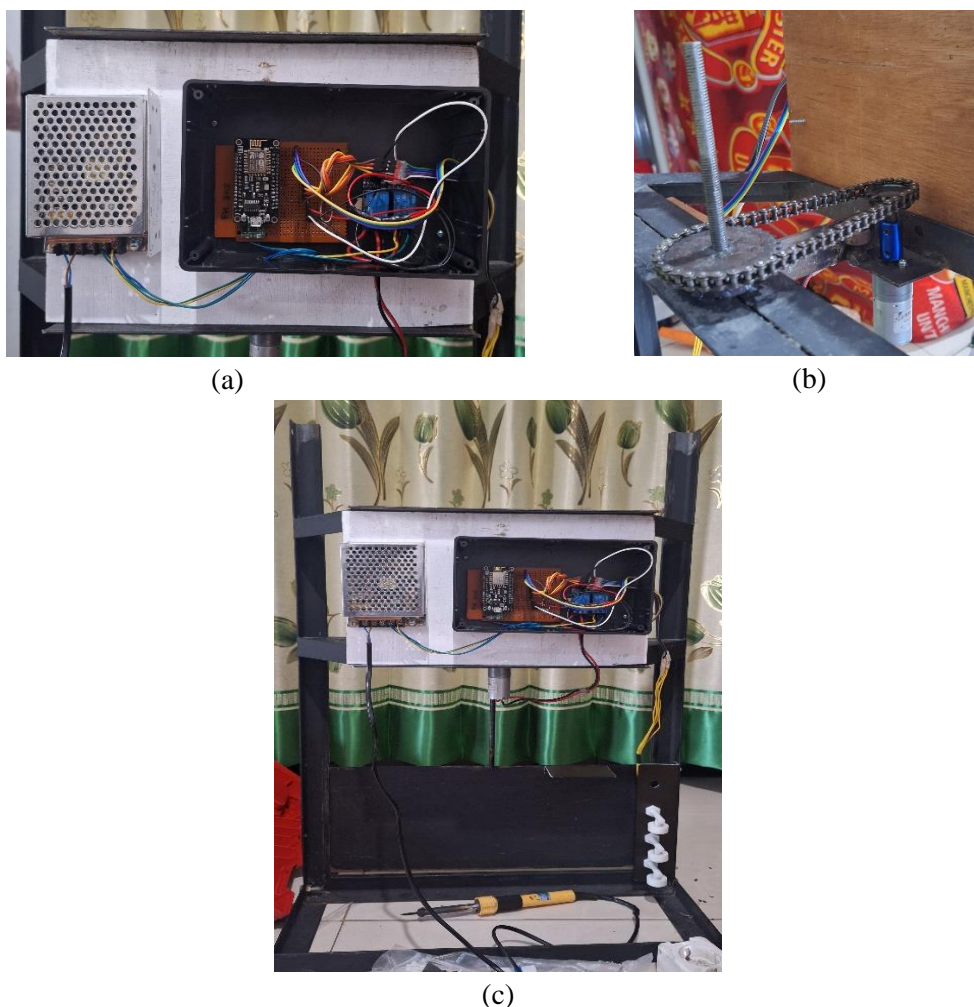
Gambar 4. Flowchart Sistem Pembacaan Nilai Sensor

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pembentukan alat dan sistem monitoring jarak jauh ketinggian air pada bendungan yang berfungsi untuk mengatur debit ketinggian air pada bendungan dan sebagai media informasi mengetahui status ketinggian air secara *real-time*, sehingga masyarakat sekitar dapat meningkatkan kewaspadaan dan mempersiapkan diri lebih awal dalam menghadapi banjir. Hasil rangkaian alat ditunjukkan pada Gambar 5.

Gambar 5 (a) menunjukkan keseluruhan rangkaian komponen yang digunakan dalam sistem pemantauan ketinggian air dan pengontrolan pintu air bendungan. Komponen yang terlihat termasuk

mikrokontroler ESP-8266, sensor ultrasonik HC-SR04 dan *relay*. Rangkaian ini dirancang untuk bekerja secara sinergis dalam mengirim data ke server dan mengontrol pintu air secara otomatis. Gambar 5 (b) memperlihatkan mekanisme penggerak pintu air menggunakan motor DC. Motor DC dihubungkan ke pintu air melalui *relay* yang dikontrol oleh mikrokontroler. Ketika sistem menerima sinyal dari sensor yang menunjukkan perubahan ketinggian air, *relay* akan mengaktifkan motor DC untuk membuka atau menutup pintu air sesuai dengan instruksi yang diberikan oleh mikrokontroler. Mekanisme ini memastikan bahwa pintu air dapat dikendalikan secara otomatis untuk menjaga ketinggian air dalam batas yang aman.



Gambar 5. (a) Rangkaian Komponen, (b) Mekanisme Motor DC ke Pintu Air, (c) Prototipe

Gambar 5 (c) menunjukkan prototipe keseluruhan sistem yang telah dirakit. Prototipe ini menggambarkan implementasi fisik dari rangkaian komponen dan mekanisme yang telah dijelaskan sebelumnya. Prototipe ini diuji untuk memastikan bahwa semua komponen berfungsi dengan baik dan bekerja secara terintegrasi dalam sistem pemantauan dan pengontrolan ketinggian air. Pengujian dilakukan untuk menilai akurasi sensor, respons sistem, dan kemampuan kontrol otomatis terhadap pintu air.

Pengujian pada sensor ultrasonik di-

lakukan untuk mengetahui apakah sensor berfungsi dengan benar saat mendeteksi ketinggian air. Jenis sensor yang digunakan yaitu sensor ultrasonik HC-SR04 yang memiliki prinsip kerja dengan pengiriman gelombang suara melalui transmitter (*trigger*) kemudian menerima kembali gelombang suara yang telah dipantulkan oleh objek didepan sensor (*echo*) [15]. Sensor ultrasonik HC-SR04 diuji secara manual melalui pengukuran penggaris dan dibandingkan dengan menggunakan hasil pembacaan yang ada di aplikasi. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian Sensor Ultrasonik

No	Input Lebar Jarak Pintu Air	Menggunakan Penggaris	Menggunakan Sensor	Error (%)	Akurasi (%)
1	5 cm	5 cm	4,85 cm	3%	97%
2	10 cm	10 cm	9,15 cm	8,5 %	91,5%
3	15 cm	15 cm	14,71 cm	2 %	98%
4	19 cm	19 cm	18,53 cm	2,5%	97,5%
		Rata - rata		4%	96 %



Gambar 6. Pengujian Sensor Water Level Menggunakan AVO Meter

Tabel 2. Pengujian Sensor *Water Level*

No	Kondisi pengujian sensor	Tegangan output sensor	Hasil tampilan monitor serial
1	Menganjung	3.21 Volt	Terdeteksi sensor level 1
2	Tidak Menganjung	0.01 Volt	Tidak terdeteksi sensor level 1

Prosedur pengujian sistem pembacaan ketinggian air adalah langkah untuk memverifikasi kinerja sensor saklar water level dan memastikan kemampuannya dalam membaca tingkat air sesuai dengan program yang diatur dalam mikrokontroler. Hasil pembacaan sensor ini, ketika tersentuh oleh air akan mengirimkan notifikasi seolah-olah air berada pada level 1, dan tegangan keluarnya saat sensor berfungsi akan diukur menggunakan avometer. Sensor saklar *water level* dalam sistem ini akan digunakan untuk memantau dan mengidentifikasi berbagai tingkat air yang mungkin terjadi. Berikut merupakan pengujian sensor water level menggunakan AVO meter disajikan pada

Tabel 2 dan Gambar 6.

Kemudian aplikasi monitoring menampilkan notifikasi ketinggian air secara *real-time* sesuai dengan data sensor dan dapat mengontrol buka-tutup pintu air secara otomatis sesuai program. Indikator keberhasilan ditunjukkan dengan aplikasi yang menampilkan status pintu air berdasarkan level air, pada Level 1 dan Level 2, pintu air tetap tertutup karena kondisi masih aman, sementara pada Level 3, pintu air terbuka karena ketinggian air telah mencapai batas kritis. Keberhasilan juga terlihat dari respon *real-time* aplikasi dan kontrol otomatis yang sesuai dengan program. Pengujian aplikasi monitoring ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Aplikasi Monitoring

No	Ketinggian Air	Tampilan Aplikasi Monitoring	Hasil
1	Level 1	Informasi pintu air tertutup	Berhasil
2	Level 2	Informasi pintu air tertutup	Berhasil
3	Level 3	Informasi pintu air terbuka	Berhasil



Gambar 7. Tampilan Aplikasi Ketika Ketinggian Level 1



Gambar 8. Tampilan Aplikasi Ketika Ketinggian Level 2

Gambar 7 menunjukkan tampilan aplikasi monitoring saat ketinggian air berada dalam kondisi normal. Antarmuka aplikasi menampilkan level air yang terdeteksi oleh sensor dan mengindikasikan bahwa tidak ada tindakan darurat yang diperlukan. Status pintu air ditampilkan sebagai tertutup atau sesuai dengan program yang telah diatur untuk kondisi normal.

Gambar 8 menunjukkan tampilan aplikasi ketika ketinggian air mencapai tingkat peringatan. Antarmuka aplikasi memberikan notifikasi peringatan kepada pengguna bahwa ketinggian air mendekati batas aman dan memerlukan perhatian. Pengguna diberikan opsi untuk memonitor lebih lanjut atau mengambil tindakan manual jika diperlukan.



Gambar 9. Tampilan Aplikasi Ketika Ketinggian Level 3

Gambar 9 menggambarkan tampilan aplikasi saat ketinggian air mencapai tingkat kritis. Antarmuka aplikasi menunjukkan peringatan darurat dan secara otomatis memerintahkan pembukaan atau penutupan pintu air sesuai dengan program yang telah diatur. Notifikasi *real-time* disampaikan kepada pengguna untuk segera mengambil tindakan pencegahan atau evakuasi jika diperlukan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Prototipe sistem pemantauan ketinggian air dan pengontrolan pintu air pada bendungan yang telah dikembangkan menunjukkan bahwa teknologi modern dapat diimplementasikan untuk memantau dan mengendalikan bendungan secara otomatis dan *real-time*. Sistem ini menggunakan sensor ultrasonik, *water level float switch*, mikrokontroler ESP-8266, motor DC, *relay*, dan sistem komunikasi berbasis internet untuk mengumpulkan dan mengirimkan data ketinggian air ke server untuk pemantauan jarak jauh. Penggunaan *relay* untuk mengontrol motor DC yang menggerakkan

pintu air memastikan bahwa sistem dapat merespons perubahan ketinggian air dengan cepat dan efisien. Pengujian sistem dilakukan sebanyak 10 kali untuk memastikan keakuratan dan keandalannya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki akurasi pembacaan sensor sebesar 96% dengan tingkat kesalahan (*error*) sebesar 4%. Selain itu, sistem ini mampu memberikan respons cepat terhadap perubahan kondisi air dan memberikan notifikasi *real-time* melalui aplikasi web. Implementasi sistem ini membantu mengurangi beban kerja manusia dalam memantau dan mengendalikan bendungan serta meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat sekitar bendungan terhadap potensi banjir.

Pada penelitian selanjutnya, beberapa aspek yang dapat dikembangkan lebih seperti mengembangkan lebih lanjut pada bagian mikrokontroler untuk meningkatkan efisiensi dan kecepatan pemrosesan data. Meningkatkan antarmuka pengguna pada aplikasi web untuk memberikan informasi yang lebih komprehensif dan mudah dipahami oleh pengguna. Menambahkan sensor dan sistem tambahan untuk memantau parameter lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Abraham, N. Rasyid, and M. H. Rasyid, "Prototype of automatic watergate monitoring system in dams based on the internet of things," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 1, pp. 106–117, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i1.3635.
- [2] F. Tanjung, T. ' Ali, I. Husnaini, and O. Candra, "Rancang bangun alat pengukuran dan monitoring ketinggian air pada bendungan berbasis internet of things," *Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 4, no. 1, pp. 245–255, 2023.
- [3] G. Gunawan, "Sistem monitoring bendungan air berbasis internet of things," *Proseding NCIET*, vol. 3, pp. 31–38, 2022.
- [4] M. O. Hassan ST, M. A. Fatahillah, M. D. Fahresi, and A. B. Kaswar, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Manajemen Bendungan Berbasis Iot," *Jurnal Media Elektro*, vol. 17, no. 3, p. 112, 2020, doi: 10.26858/metrik.v17i3.14965.
- [5] F. Stanley and E. A. Lisangan, "Sistem dan simulasi deteksi banjir untuk peringatan dini diolah memakai metode knn berbasis arduino," *Jurnal Matematika*, vol. 8, no. 1, pp. 9–22, 2020, [Online]. Available: <http://tematika.uajm.ac.id/index.php/tematika/article/view/125>
- [6] A. L. Arda *et al.*, "Sistem monitoring bendungan berbasis internet of things (iot)," *Jurnal Ilmu Ilmu Komputer*, vol. 9, no. 2, 2023.
- [7] F. Nurahmadi and A. Ashari, "Sistem kontrol dan monitoring suhu jarak jauh memanfaatkan embedded system mikroprosesor W5100 dan ATMega8535," *Ijeis*, vol. 1, no. 2, pp. 55–66, 2011.
- [8] Z. Abidin, "Rancang bangun sistem monitoring dan controlling pintu air dam berbasis arduino menggunakan implementasi internet of things," *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, vol. 2, no. 2, pp. 282–289, 2018, [Online]. Available: <http://www.php.net>.
- [9] D. A. Rovino Alghafari, Sabila Sofyana Zahra, Vinta Retriani, Alifia Nurfadillah, "Penerapan TCP IP fiber optic menggunakan topologi mesh pada aplikasi cisco packet tracer," *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro dan Informatika.*, vol. 3, no. 2, 2024.
- [10] T. D. Saputra and Z. Budiarmo, "Rancang bangun sistem pintu air otomatis berbasis iot," *Joutica*, vol. 7, no. 2, p. 581, 2022, doi: 10.30736/informatika.v7i2.866.
- [11] A. R. Muttaqin, A. Wibawa, and K. Nabila, "Inovasi digital untuk masyarakat yang lebih cerdas 5.0: analisis tren teknologi informasi dan prospek masa depan," *Jurnal Inovasi*

- Teknologi dan Edukasi Teknik*, vol. 1, no. 12, pp. 880–886, 2021, doi: 10.17977/um068v1i122021p880-886.
- [12] R. D. Windiasmoro, “Rancang bangun prototype sistem monitoring pintu air otomatis pengendali banjir berbasis internet of things . Rancang Bangun Prototype Sistem Monitoring Pintu Air Otomatis Pengendali Banjir Berbasis Internet of Things Rizki Dwi Windiasmoro Lusia Rakhmawat,” *Jurnal Teknik Elektro*, pp. 41–48, 2024.
- [13] M. Kresna and K. E. Susilo, “Monitoring level air pada waduk secara realtime berbasis iot memanfaatkan aplikasi telegram,” *Jurnal SISKOM-KB (Sistem Komputer dan Kecerdasan Buatan)*, vol. 5, no. 1, pp. 30–37, 2021, doi: 10.47970/siskom-kb.v5i1.223.
- [14] M. Nas, Misnawati, Megha Rahmawaty Marsing, and Fadlia, “Prototipe pemantauan level air pada bendungan berbasis iot,” *Journal of Applied Smart Electrical Network and Systems*, vol. 1, no. 02, pp. 63–69, 2020, doi: 10.52158/jasens.v1i02.120.
- [15] M. A. Fikri, D. Hartama, I. O. Kirana, I. Gunawan, and Z. M. Nasution, “Kotak sampah pintar menggunakan sensor ultrasonik berbasis mikrokontroler arduino uno pada kantor sekretariat DPRD Kota Pematangsiantar,” *Jurnal Ilmu Komputer dan Informasi*, vol. 2, no. 2, pp. 67–76, 2022, doi: 10.54082/jiki.24.