Jurnal MOSFET
Vol. xx No. xx, Bulan 20xx, pp. xx-xx, eISSN: 2775-5274
http://jurnal.umpar.ac.id/index.php/jmosfet
DOI: https://doi.org/10.31850/jmosfet.vxix.xxxx

Prototype Pintu Air Otomatis Pada Bendungan Berbasis Arduino

Yusril[1*], Syahirun Alam[2], Asrul[3]

[1]*Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia*
[2]*Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia*
[3]*Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia*
**Email : editoryusril@gmail.com*

Abstract: Dams are vital infrastructure that regulate water flow, irrigation, and prevent flooding. However, manual floodgate control systems can potentially cause operational delays. This study designed an automatic floodgate prototype based on an Arduino Pro Mini microcontroller with integrated ultrasonic sensors for water level detection and optocoupler sensors for flow measurement. Sensor data is processed by Arduino to control a DC motor as a floodgate actuator. Test results show that the system is able to maintain a stable water level within the range of 10–14 cm. At an inlet flow of 35 m/s, a height of 14 cm was reached in 25 seconds with an outlet flow of 19 m/s, while at an inlet flow of 46 m/s, the achievement time was reduced to 15 seconds with an outlet flow of 35 m/s. These findings prove that the greater the inlet flow, the faster the height is reached, and the gate mechanism can balance the inlet and outlet flow. Overall, this system is effective in automatically controlling floodgates, thereby increasing the efficiency of dam management and reducing the risk of delays due to manual operation.

Keywords: Arduino, dam, automatic floodgate, ultrasonic sensor, optocoupler sensor.

1. PENDAHULUAN

Sungai merupakan sumber daya alam penting yang berfungsi menyalurkan air dari hulu ke hilir, sekaligus membawa material sedimen yang dapat memengaruhi kondisi lingkungan sekitarnya (Marsudi, 2021; Hadmoko, 2024). Namun, perubahan debit air akibat hujan deras atau pasang surut sering menyebabkan banjir yang berdampak pada permukiman, pertanian, maupun infrastruktur (Syukur, 2021). Salah satu solusi yang umum digunakan adalah pembangunan bendungan dengan pintu air sebagai pengendali aliran.

Pada praktiknya, sebagian besar pintu air dioperasikan secara manual. Kondisi ini menimbulkan risiko keterlambatan, terutama saat hujan deras terjadi di malam hari atau ketika penjaga lalai dalam mengatur pintu air (Jalil, 2025). Keterlambatan tersebut berpotensi menimbulkan kerugian besar bagi masyarakat. Oleh karena itu, diperlukan sistem otomatis yang mampu mengukur ketinggian air dan mengendalikan pintu air secara mandiri.

Perkembangan teknologi mikrokontroler, khususnya Arduino, memungkinkan perancangan sistem otomatisasi dengan biaya terjangkau, fleksibel, dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Integrasi sensor ultrasonik untuk mendeteksi tinggi air serta sensor optocoupler untuk mengukur debit aliran air memberikan solusi efisien dalam memantau dan mengatur kinerja pintu air (Dewi, 2025).

Beberapa penelitian sebelumnya juga menunjukkan arah pengembangan serupa. Halim (2023) merancang pintu air bendungan otomatis berbasis Arduino Uno dengan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi ketinggian air. Priyatna (2021) mengembangkan sistem pengendalian pintu air otomatis menggunakan water level sensor dan motor servo SG-90 sebagai aktuator. Hasil penelitian tersebut membuktikan efektivitas mikrokontroler dalam mengotomatisasi pengendalian pintu air, meskipun masih terdapat keterbatasan dari sisi skala dan kecepatan respon.

Berdasarkan latar belakang dan kajian terdahulu, penelitian ini berfokus pada prototype pintu air otomatis berbasis Arduino Pro Mini dengan integrasi sensor ultrasonik dan sensor optocoupler. Sistem ini diharapkan mampu meningkatkan akurasi deteksi serta menjaga kestabilan permukaan air pada bendungan, sekaligus mengurangi risiko keterlambatan akibat pengoperasian manual.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1.Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif eksperimental yang bertujuan untuk merancang, membangun, dan menguji kinerja prototipe pintu air otomatis berbasis mikrokontroler Arduino. Pendekatan deskriptif digunakan untuk menggambarkan rancangan sistem perangkat keras dan perangkat lunak secara sistematis, sedangkan pendekatan eksperimental digunakan untuk menguji performa sensor ultrasonik dan sensor optocoupler dalam mendeteksi ketinggian serta debit air. Hasil pengujian dianalisis untuk mengetahui sejauh mana sistem dapat menjaga kestabilan permukaan air dan mengendalikan pintu air secara otomatis.

2.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

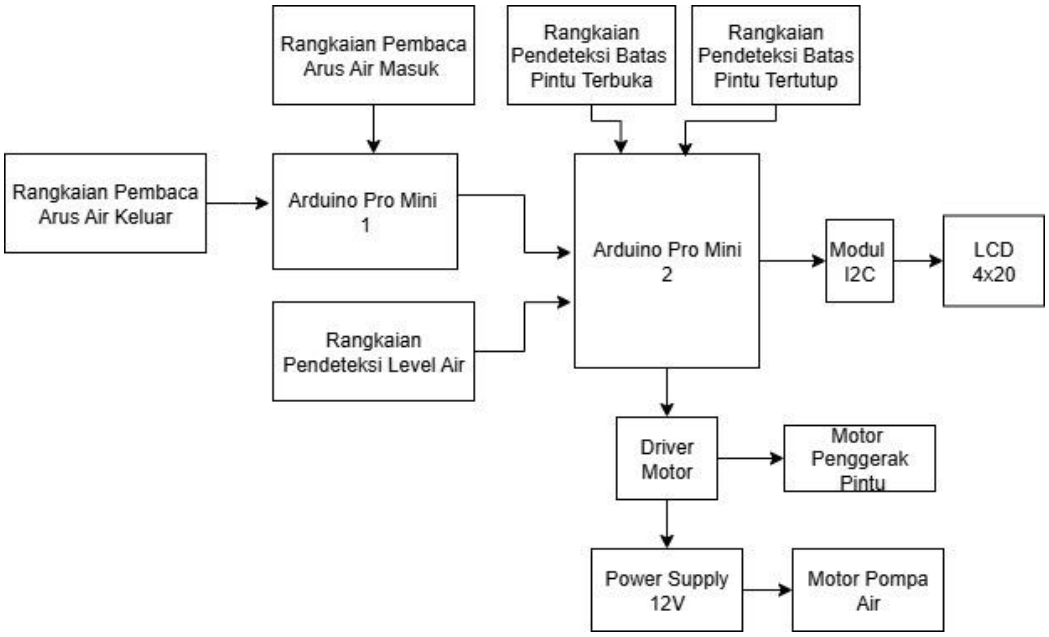
Tabel 1. Alat dan Bahan Penelitian

No	Nama	Jumlah	Keterangan
1	Wadah Akrilik	1	Tempat penampungan air sebagai simulasi bendungan
2	Motor DC 12V	1	Penggerak mekanik untuk membuka dan menutup pintu air
3	Arduino Pro Mini	2	Mikrokontroler sebagai pusat pengendali sistem
4	Sensor Ultrasonik	1	Mendeteksi ketinggian air
5	Sensor Optocoupler	4	Mendeteksi debit air dan posisi limit pintu air

6	LCD 4x20 + Modul I2C	1	Menampilkan data ketinggian air dan debit aliran secara real-time
7	Pompa Air DC 12V	1	Mengalirkan air pada saluran simulasi bendungan

2.3. Rancangan Sistem

Rancangan sistem pada penelitian ini disajikan dalam bentuk blok diagram yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Blok diagram

Pada Gambar 1 merupakan blok diagram dari rancangan penelitian ini. Rancangan sistem prototipe pintu air otomatis berbasis Arduino dirancang dengan mengintegrasikan sensor ultrasonik, sensor optocoupler, motor DC, LCD, serta modul driver motor yang dikendalikan oleh dua mikrokontroler Arduino Pro Mini. Sensor ultrasonik berfungsi mendeteksi ketinggian air, sedangkan sensor optocoupler digunakan untuk mengukur debit aliran air masuk dan keluar, sekaligus sebagai limit switch posisi pintu air. Data dari sensor pertama kali diproses oleh Arduino Pro Mini 1, kemudian dikirim ke Arduino Pro Mini 2 yang bertindak sebagai pusat kendali utama. Arduino Pro Mini 2 mengolah informasi ketinggian dan debit aliran, lalu memberikan instruksi kepada driver motor untuk menggerakkan motor DC yang membuka atau menutup pintu air secara otomatis. Hasil pengukuran ditampilkan secara real-time pada LCD 4x20 melalui komunikasi I2C sehingga pengguna dapat memantau kondisi sistem dengan mudah.

2.4. Teknik Pengumpulan Data

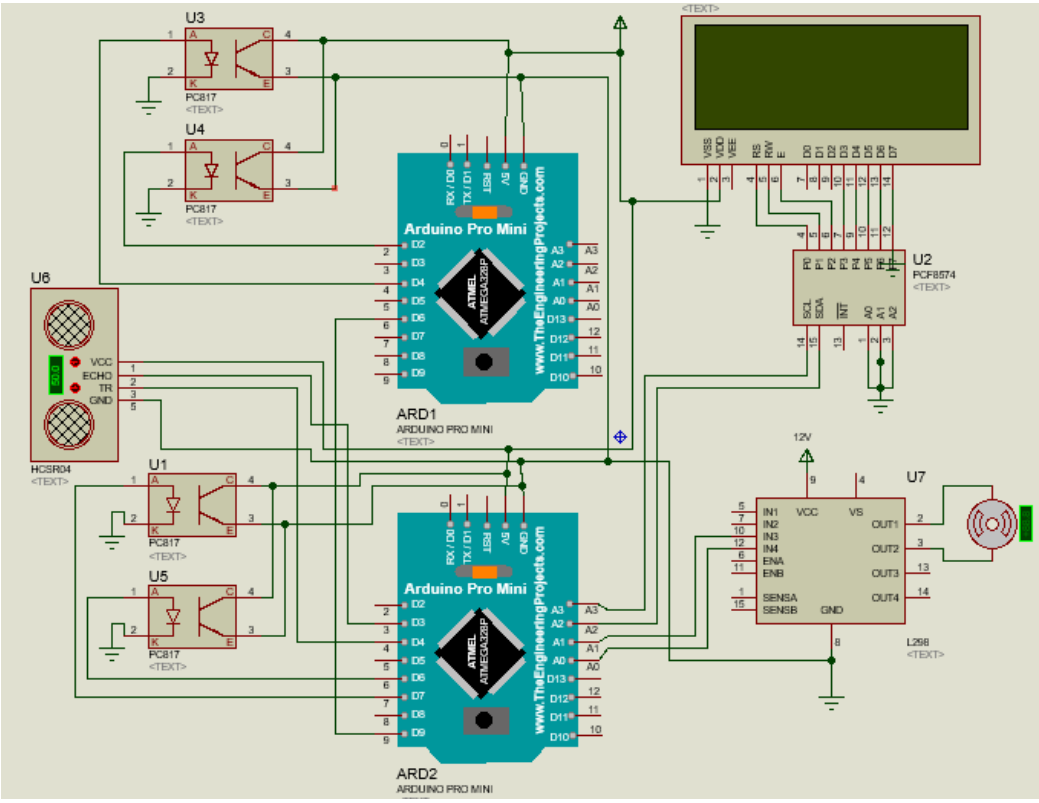
Teknik pengumpulan data dilakukan melalui beberapa tahap. Pertama, dilakukan validasi dan kalibrasi sensor untuk memastikan sensor ultrasonik dan sensor

optocoupler bekerja sesuai spesifikasi. Kedua, dilakukan pengujian komponen secara terpisah, meliputi pengukuran akurasi sensor ultrasonik dalam mendeteksi ketinggian air dan sensor optocoupler dalam menghitung debit aliran. Ketiga, dilakukan pengujian integrasi sistem, di mana semua rangkaian perangkat keras dan perangkat lunak dihubungkan sesuai rancangan untuk memastikan kinerja sistem secara keseluruhan. Hasil pengukuran ditampilkan pada LCD dan dianalisis untuk mengevaluasi kestabilan ketinggian air serta respons sistem dalam mengatur pintu air secara otomatis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada perancangan system terbagi atas dua bagian yaitu perancang perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat lunak (*Software*).

3.1. Perancangan Perangkat Keras



Gambar 2. Rangkaian Sistem Keseluruhan

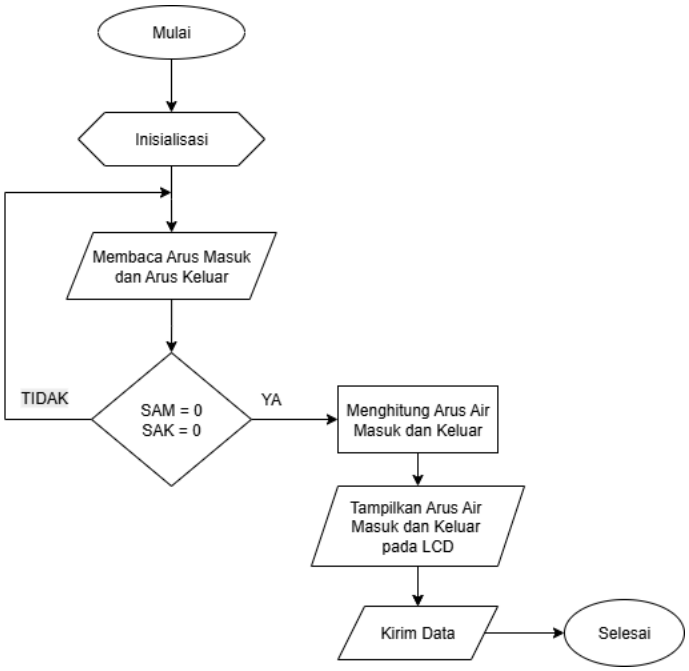
Pada Gambar 2 ditampilkan rancangan sistem prototipe pintu air otomatis berbasis Arduino Pro Mini yang terdiri atas beberapa komponen utama, yaitu sensor ultrasonik, sensor optocoupler, motor DC, driver motor, LCD 4x20 dengan antarmuka I2C, serta pompa air DC. Sensor ultrasonik dipasang pada bagian atas wadah akrilik untuk mendeteksi ketinggian air, sedangkan sensor optocoupler dipasang pada saluran masuk dan keluar air untuk mengukur debit aliran, sekaligus digunakan sebagai limit

switch posisi pintu. Kedua sensor dihubungkan ke pin input Arduino Pro Mini dan menghasilkan sinyal digital maupun analog yang kemudian diproses oleh mikrokontroler.

Hasil pengolahan data ditampilkan secara real-time pada LCD 4x20 melalui komunikasi I2C yang menggunakan pin SDA dan SCL, sehingga penggunaan pin Arduino lebih efisien. Motor DC dikendalikan melalui driver motor yang berfungsi memperkuat arus dan tegangan untuk membuka dan menutup pintu air sesuai instruksi sistem. Pompa air DC digunakan untuk mensimulasikan debit aliran masuk sehingga kondisi bendungan dapat direplikasi pada skala laboratorium. Dengan konfigurasi ini, rangkaian perangkat keras mampu mengintegrasikan sensor, aktuator, dan tampilan data secara efektif dalam satu sistem terkontrol.

3.2. Perancangan Perangkat Lunak

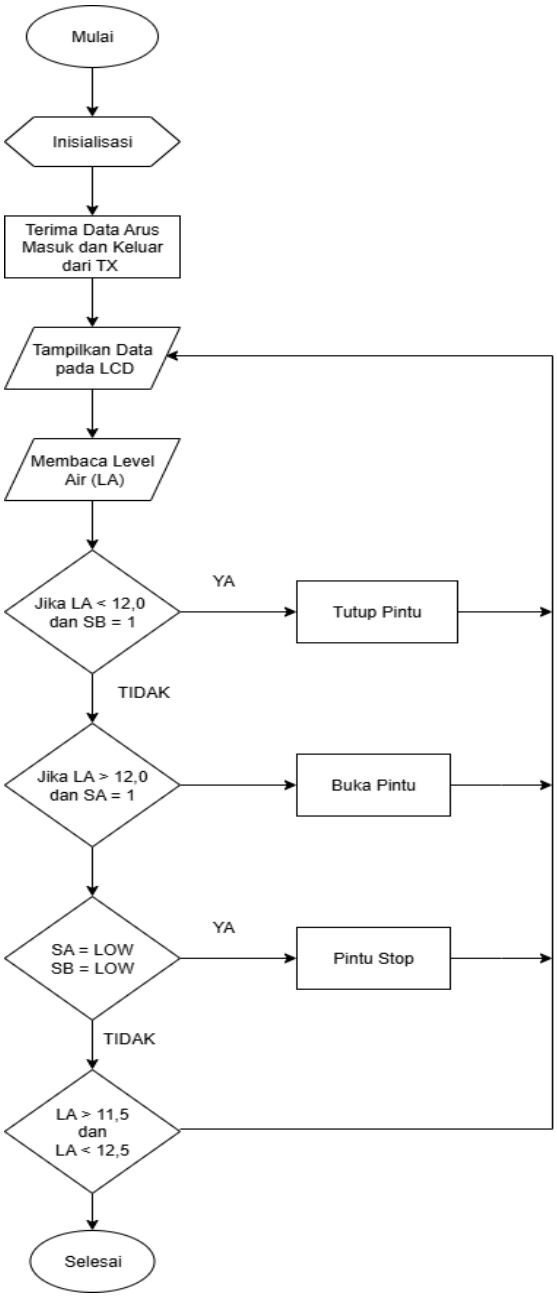
Perangkat lunak sistem prototipe pintu air otomatis dikembangkan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C. Program dibuat berdasarkan logika kendali yang digambarkan melalui flowchart agar sistem dapat membaca sensor, memproses data, dan mengendalikan aktuator secara terstruktur. Adapun gambar flowchart yang digunakan untuk penentuan program sistem ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4, masing-masing menjelaskan flowchart pendeteksi arus air dan flowchart pendeteksi ketinggian air serta status pintu.



Gambar 3. Diagram Alir Program

Gambar 3 di atas adalah flowchart alur kerja sistem dalam mendeteksi debit aliran air menggunakan sensor optocoupler. Proses dimulai dengan inisialisasi perangkat,

memastikan sensor dan mikrokontroler dalam kondisi aktif. Setelah itu, sistem membaca jumlah pulsa yang dihasilkan sensor ketika baling-baling berputar akibat aliran air. Pulsa ini dihitung dalam periode tertentu untuk memperoleh nilai debit air. Hasil pengukuran kemudian diproses oleh Arduino dan digunakan sebagai dasar pengendalian pintu air.



Gambar 4. Flowchart Pendeteksi Ketinggian Air dan Status Pintu

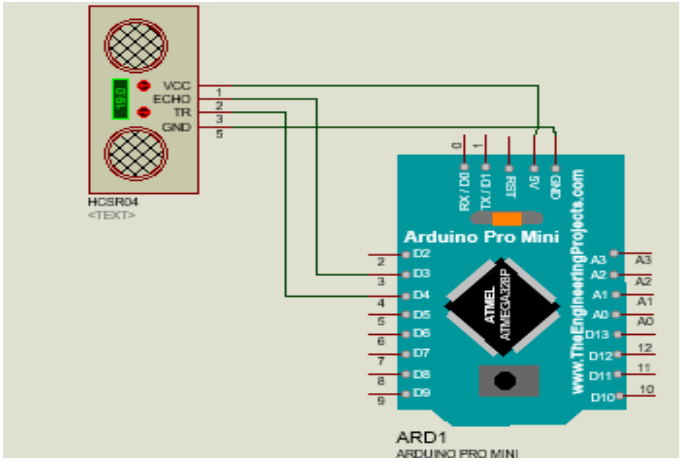
Gambar 4 di atas adalah flowchart alur kerja sistem dalam membaca ketinggian air serta menentukan status pintu. Tahap awal dimulai dengan inisialisasi sensor ultrasonik untuk mengukur jarak permukaan air. Nilai ketinggian yang terbaca dibandingkan dengan ambang batas minimum dan maksimum. Jika ketinggian air di bawah batas,

pintu tetap tertutup. Jika ketinggian melebihi batas, Arduino mengirimkan perintah ke driver motor untuk membuka pintu hingga debit aliran masuk dan keluar seimbang. Status pintu (terbuka atau tertutup) ditampilkan secara real-time pada LCD sehingga pengguna dapat memantau kondisi sistem dengan mudah.

Dengan kedua flowchart tersebut, perangkat lunak mampu mengintegrasikan data ketinggian dan debit aliran air untuk mengendalikan pintu secara otomatis, sehingga sistem dapat bekerja lebih stabil, responsif, dan efisien dibandingkan metode manual.

3.3. Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian sensor ultrasonik dilakukan dengan cara membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap pengukuran manual menggunakan penggaris. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui tingkat akurasi sensor dalam membaca ketinggian air.



Gambar 5. Pengujian Sensor Ultrasonik

Hasil Pengujian dapat dilihat pada tabel 2.

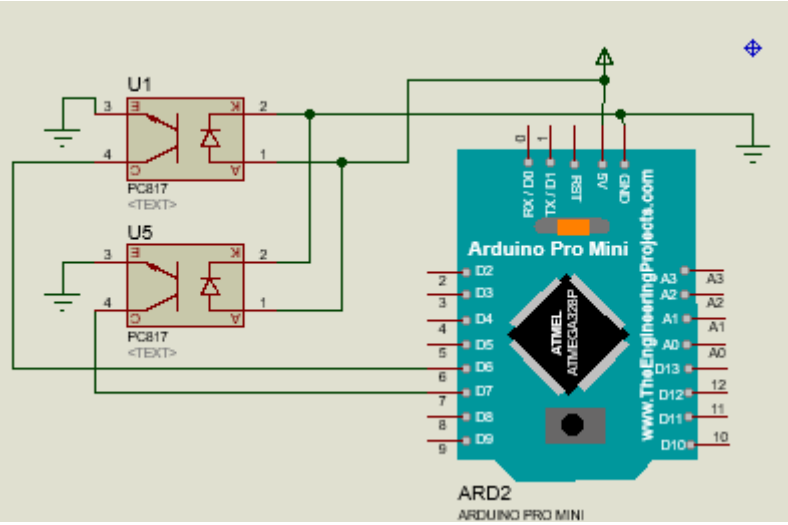
Tabel 2. Pengujian Sensor Ultrasonik

No	Penggaris (cm)	Sensor Ultrasonik (cm)	Error (%)
1	7,5	7,6	0,1
2	10,5	10,5	0
3	9,5	9,5	0
4	12	11,9	0,1

Berdasarkan hasil pengujian, sensor ultrasonik menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi. Selisih antara pengukuran manual dan hasil pembacaan sensor sangat kecil dengan error maksimum hanya 0,1%, sementara dua pengukuran menunjukkan akurasi sempurna (0%) Hal ini membuktikan bahwa sensor ultrasonik layak digunakan untuk mendeteksi ketinggian air pada prototipe pintu air otomatis karena mampu memberikan hasil yang presisi dan stabil.

3.4. Pengujian Sensor Optocoupler

Pengujian sensor optocoupler dilakukan untuk mengetahui akurasi pembacaan kecepatan putar (RPM) yang dihasilkan oleh baling-baling akibat aliran air. Nilai pembacaan sensor dibandingkan dengan kecepatan aktual untuk menghitung persentase error.



Gambar 6. Pengujian Sensor Optocoupler

Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 3.

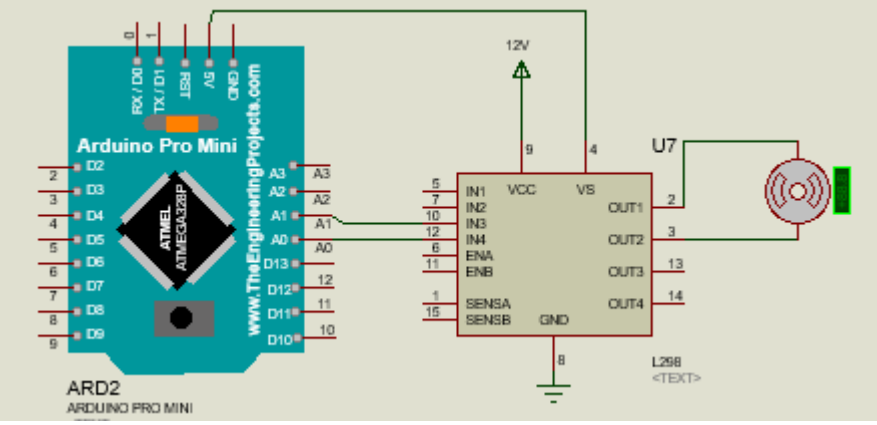
Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor Optocoupler

No	Kecepatan Aktual (RPM)	Pembacaan Sensor (RPM)	Error (%)
1	100	99	1,00
2	200	198	1,00
3	300	297	1,00
4	400	396	1,00

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor optocoupler memiliki tingkat akurasi yang sangat baik dengan error konsisten sebesar 1% pada setiap variasi kecepatan. Nilai ini masih dalam batas toleransi dan menunjukkan bahwa sensor mampu mendeteksi perubahan kecepatan secara stabil. Dengan demikian, sensor optocoupler dapat digunakan secara efektif untuk mengukur debit aliran air pada prototipe pintu air otomatis.

3.5. Pengujian Motor DC

Pengujian motor DC dilakukan untuk mengetahui kinerja aktuator dalam membuka dan menutup pintu air. Parameter yang diamati meliputi waktu buka, lebar pintu terbuka, serta waktu tutup (turun)



Gambar 7. Pengujian Motor DC

Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Motor DC

Waktu (s)	Lebar Pintu Terbuka (cm)	Waktu	
		Naik (s)	Turun (s)
10	1,3	10	12
15	1,9	15	17
20	2,8	20	23
25	4	25	27

Berdasarkan hasil pengujian, motor DC mampu membuka dan menutup pintu air secara bertahap sesuai dengan durasi waktu pengoperasian. Lebar pintu terbuka meningkat seiring bertambahnya waktu, dari 1,3 cm pada detik ke-10 hingga 4 cm pada detik ke-25. Waktu turun cenderung sedikit lebih lama dibandingkan waktu naik, dengan selisih rata-rata 2 detik. Hal ini disebabkan oleh faktor inersia mekanik dan gaya gravitasi pada pintu. Secara keseluruhan, motor DC bekerja stabil dan dapat digunakan sebagai aktuator utama dalam sistem pintu air otomatis.

3.6. Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian sistem keseluruhan dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan prototipe pintu air otomatis dalam menjaga ketinggian air pada kondisi debit masuk yang bervariasi. Pengujian dilakukan pada dua kondisi, yaitu air bendungan kosong dan air awal setinggi 7,5 cm.

Tabel 5. Pengujian Sistem Pada Kondisi Air Bendungan Kosong

No	Arus Masuk (m/s)	Waktu Mencapai 10 cm (s)	Posisi Pintu	Ketinggian Buka (cm)	Status	Waktu Pintu Terbuka (s)	Arus Keluar (m/s)
1	35	34	Tutup	14	Buka	5	19
2	39	27	Tutup	14	Buka	6	25
3	41	24	Tutup	14	Buka	6	28
4	43	21	Tutup	14	Buka	7	32
5	46	19	Tutup	14	Buka	7	35

Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu mendeteksi ketinggian awal 10 cm sebagai batas minimum sebelum pintu air dibuka. Setelah ketinggian mencapai 14 cm, sistem otomatis menginstruksikan pintu untuk terbuka. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai ketinggian 10 cm semakin singkat seiring bertambahnya debit masuk, dari 34 detik (35 m/s) menjadi 19 detik (46 m/s). Debit keluar juga meningkat proporsional dengan debit masuk, menunjukkan bahwa pintu mampu menyeimbangkan aliran air.

Tabel 6. Pengujian Sistem pada Kondisi Air Awal 7,5 cm

No	Arus Masuk (m/s)	Waktu Mencapai 10 cm (s)	Posisi Pintu	Ketinggian Buka (cm)	Status	Waktu Pintu Terbuka (s)	Arus Keluar (m/s)
1	35	25	Tutup	14	Buka	5	19
2	39	19	Tutup	14	Buka	6	25
3	41	18	Tutup	14	Buka	6	28
4	43	16	Tutup	14	Buka	7	32
5	46	15	Tutup	14	Buka	7	35

Pada kondisi awal terdapat ketinggian air 7,5 cm, sistem membutuhkan waktu lebih singkat untuk mencapai ketinggian 10 cm dibandingkan kondisi bendungan kosong. Misalnya, pada debit masuk 35 m/s, waktu pencapaian hanya 25 detik, sedangkan pada debit masuk 46 m/s turun menjadi 15 detik. Setelah mencapai batas 14 cm, pintu air otomatis terbuka dan debit keluar menyesuaikan debit masuk. Hal ini membuktikan bahwa adanya air awal mempercepat proses pencapaian batas ketinggian, sementara sistem tetap mampu menjaga kestabilan ketinggian pada rentang 10–14 cm.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan untuk merancang dan menguji prototipe pintu air otomatis berbasis mikrokontroler Arduino Pro Mini dengan integrasi sensor ultrasonik, sensor optocoupler, motor DC, serta LCD sebagai media tampilan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor ultrasonik memiliki akurasi tinggi dengan error maksimum hanya 0,1%, sehingga layak digunakan untuk memantau ketinggian air. Sensor optocoupler juga bekerja stabil dalam mendeteksi kecepatan putar baling-baling dengan tingkat kesalahan 1% pada setiap variasi kecepatan, sehingga dapat diandalkan untuk pengukuran debit aliran. Motor DC yang digunakan sebagai aktuator mampu membuka dan menutup pintu air secara bertahap, meskipun

terdapat selisih rata-rata dua detik antara waktu buka dan tutup akibat faktor mekanis. Pada pengujian sistem keseluruhan, prototipe terbukti mampu menjaga ketinggian air pada rentang 10–14 cm secara stabil. Semakin besar debit air masuk, semakin cepat ketinggian maksimum tercapai, sementara pintu air otomatis menyesuaikan bukaan untuk menyeimbangkan debit masuk dan keluar. Dengan demikian, sistem pintu air otomatis yang dikembangkan terbukti efektif, responsif, dan berpotensi meningkatkan efisiensi pengelolaan bendungan sekaligus mengurangi risiko keterlambatan akibat pengoperasian manual.

REFERENSI

A. Marsudi, *Pengelolaan Sumber Daya Air dan Lingkungan Sungai*, Jakarta: Prenada Media, 2021.

A. Priyatna, "Sistem Pengendalian Pintu Air Otomatis dengan Water Level Sensor," *Jurnal Elektronika dan Instrumentasi*, vol. 4, no. 3, pp. 120–128, 2021.

Abdullah, R. A., Sutara, B., & Suhayati, M. (2025). DEVELOPMENT OF A MOBILE APPLICATION PROTOTYPE FOR MPP MINI SUMEDANG. *Jurnal Riset Teknik Informatika*, *1*(3), 193-201.

Al Rahman, M. A., Finawan, A., & Dewi, A. F. (2025, May). Perancangan Prototype Sistem Pengaturan Pintu Air Otomatis Pada Bendungan Alue Ubay Paya Bakong Aceh Utara Berbasis Internet Of Things. In *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe* (Vol. 8, No. 1, pp. 187-191).

F. Jalil, "Studi Risiko Operasional Pintu Air Manual," *Jurnal Teknik Sipil Nusantara*, vol. 7, no. 1, pp. 25–32, 2025.

H. Halim, "Rancang Bangun Pintu Air Bendungan Otomatis Berbasis Arduino Uno," *Jurnal Rekayasa Sistem*, vol. 5, no. 1, pp. 45–52, 2023.

L. Hadmoko, "Analisis Dampak Perubahan Debit Air terhadap Lingkungan Sungai," *Jurnal Geografi dan Lingkungan*, vol. 12, no. 2, pp. 55–64, 2024.

M. Syukur, "Mitigasi Banjir Akibat Perubahan Debit Sungai," *Jurnal Infrastruktur dan Sumber Daya Air*, vol. 9, no. 1, pp. 33–41, 2021.

Mardiatno, D., & Marfai, M. A. (2021). *Analisis bencana untuk pengelolaan daerah aliran sungai (das): studi kasus kawasan hulu das Comal*. Ugm Press.

R. Dewi, "Pemanfaatan Sensor Ultrasonik dan Mikrokontroler dalam Sistem Otomatisasi," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 8, no. 2, pp. 88–95, 2025.