

Sistem Monitoring Ketinggian Permukaan Air dan Pengaturan Otomatis Pintu Air Berbasis *Internet of Things*

Nurhalisa Aprianti^{*}, Paniran, I Made Budi Suksmadana

Fakultas Teknik, Program Studi S1 Teknik Elektro, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

Email: ^{1,*}nurhalisaaprianti78@gmail.com, ²paniran@unram.ac.id, ³mbudisuk@unram.ac.id

Email Penulis Korespondensi: nurhalisaaprianti78@gmail.com

Submitted: 05/02/2025; Accepted: 26/02/2025; Published: 01/03/2025

Abstrak—Abstrak Curah hujan merupakan jumlah air hujan yang turun di suatu wilayah dalam periode tertentu dan biasanya diukur dalam satuan milimeter (mm). Curah hujan yang tinggi dapat meningkatkan risiko terjadinya banjir. Penelitian ini bertujuan untuk menyediakan alat berbasis IoT yang dapat mendeteksi ketinggian air dan curah hujan serta mengatur buka-tutup pintu air secara otomatis. Data yang diperoleh tersimpan secara permanen di dalam database dan dapat dipantau dari jarak jauh. Peneliti menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 dan ESP32 untuk mengolah data. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi ketinggian air dalam satuan sentimeter (cm), sedangkan sensor curah hujan digunakan untuk mengukur curah hujan dalam satuan milimeter (mm). Data yang diperoleh dikirim ke database Firebase dan terhubung dengan bot Telegram agar administrator dapat memantau data secara real-time. Sistem ini mengklasifikasikan level ketinggian air ke dalam empat kategori, yaitu aman (0–30 cm), siap (31–40 cm), waspada (41–50 cm), dan bahaya (51–60 cm). Selain itu, sistem juga mengelompokkan curah hujan ke dalam empat kategori, yaitu ringan (0,5–20 mm/jam), sedang (20–50 mm/jam), lebat (50–100 mm/jam), dan ekstrem (lebih dari 100 mm/jam). Sistem ini secara otomatis membuka atau menutup pintu air berdasarkan kondisi ketinggian air, tetapi juga dapat dikendalikan secara manual. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor memiliki tingkat akurasi rata-rata sebesar 97% dengan rata-rata keterlambatan pengiriman notifikasi sebesar 675 milidetik (ms) pada kondisi hujan ekstrem.

Kata Kunci: Sensor Ultrasonic JSN-SR04T; Sensor Curah Hujan; Arduino Mega 2560; ESP 32

Abstract—Rainfall refers to the amount of precipitation that falls in a specific area over a certain period, typically measured in millimeters (mm). High rainfall can increase the risk of flooding. This study aims to develop an IoT-based system to detect water levels, measure rainfall, and automatically control the opening and closing of floodgates. The collected data is permanently stored in a database and can be monitored remotely. The researchers utilized an Arduino Mega 2560 microcontroller and an ESP32 to process data, an ultrasonic sensor to measure water level (in cm), and a rainfall sensor (in mm). The data is transmitted to a Firebase database and connected to a Telegram bot, allowing administrators to monitor it in real time. The system classifies water levels into four categories: safe (0–30 cm), alert (31–40 cm), warning (41–50 cm), and danger (51–60 cm). Rainfall intensity is also categorized into four levels: light (0.5–20 mm/h), moderate (20–50 mm/h), heavy (50–100 mm/h), and extreme (more than 100 mm/h). The system automatically adjusts the floodgates based on water conditions but also allows for manual control. The sensors demonstrated an average accuracy of 97%, with an average notification delay of 675 ms during extreme rainfall conditions.

Keywords: Ultrasonic Sensor JSN-SR04T; Rainfall Sensor; Arduino Mega 2560; ESP32

1. PENDAHULUAN

Sebagai negara tropis Indonesia memiliki curah hujan yang tergolong tinggi. Tingginya curah hujan tersebut menjadi anugerah sekaligus ancaman. Salah satu ancaman yang kerap kali terjadi adalah banjir bandang yang dipicu oleh jebolnya waduk atau bendungan akibat intensitas hujan lebat dalam waktu yang lama. Peristiwa itu dipicu oleh peningkatan signifikan debit air pada bendungan sehingga kapasitas tanggul tidak lagi memadai untuk dapat menampung tekanan dari debit air [1]. Peristiwa ini kerap diidentifikasi sebagai faktor bencana alam, yakni peristiwa yang disebabkan oleh gejala-gejala alam sehingga menyebabkan kerugian materi, kerusakan lingkungan hingga korban jiwa. Banjir tergolong sebagai bencana alam yang seringkali terjadi. Penyebabnya beragam, mulai dari hujan lebat, buruknya drainase hingga kerusakan ekosistem sungai [2]. Untuk dapat memitigasi ancaman bencana banjir bandang, dilakukan pengawasan terhadap ketinggian level debit air pada suatu tempat dengan menggunakan alat modern seperti Water Level. Komponen ini digunakan sebagai instrument pemberitahuan yang menampilkan level batas ketinggian air dengan status darurat. Namun demikian, sekalipun telah tersedia sarana pengawasan modern, pengendalian ketinggian air pada bendungan masih dilakukan secara manual oleh operator manusia. Padahal ini dapat meningkatkan resiko terjadinya kesalahan dalam pengambilan keputusan serta kesalahan pembacaan ketinggian air yang disebabkan oleh faktor *human error* [3]. Untuk itu diperlukan inovasi teknologi yang dapat melakukan pembacaan ancaman potensi banjir bandang akibat meluapnya waduk atau bendungan. Untuk dapat menciptakan inovasi tersebut, penulis melakukan sejumlah riset pada sejumlah penelitian terdahulu.

Herdiana dkk (2020) melakukan penelitian mengenai Sistem Monitoring Ketinggian Air Berbasis *Internet Of Things*, yang menjelaskan prinsip pemanfaatan Internet of Things melalui sensor Ultrasonic yang akan membaca ketinggian air, dan mengirimkan data tersebut ke Web server melalui internet, kemudian disimpan dalam Firebase yang sudah terintegrasi dengan Android. Berdasarkan hasil pengujian, terdapat delay saat pengiriman data dari database ke aplikasi dengan rata-rata delay pengiriman data adalah 0.514 detik. Rata-rata delay pada saat pengiriman data dari hardware ke aplikasi adalah 6.69 detik. Rata-rata penggunaan data aplikasi pada saat kondisi idle adalah 0.64 MB setiap jam. Aplikasi ini dapat menampilkan data koordinat yang dikirim alat sehingga pengguna mengetahui lokasi dari alat monitoring, terdapat tiga status level air yang terprogram yaitu Aman, Siaga dan Bahaya. Jika jarak

ketinggian air lebih dari batas yang ditentukan, maka android akan memunculkan notifikasi "Bahaya, ketinggian air melebihi batas"[4].

Penelitian lainnya dilakukan oleh Hilal (2021), berjudul "Sistem Pemantauan Ketinggian Air Dan Curah Hujan Serta Kontrol Pintu Air Pada Simulasi Bendungan Berbasis Iot." Peneliti ini dirancang dengan mengintegrasikan sensor ultrasonic (sensor ping) sebagai pendeteksi ketinggian, arduino uno sebagai pemroses, modul GPS U-Blox Neo 6m dan modul GSM sebagai pengirim data ketinggian air dan kordinat ke stasiun sistem informasi banjir. Berdasarkan penelitian tersebut, diperoleh perancangan prototype yang menghasilkan informasi ketinggian air beserta lokasinya berbasis antarmuka Google maps [5].

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Hermawan, dkk (2023), berjudul "Pemanfaatan Sensor Curah Hujan Dan Debit Air Sungai Untuk Monitoring Banjir Berbasis *Internet Of Things*" dilengkapi dengan sensor curah hujan dan debit air sungai yang bertugas untuk mengambil data terkini untuk dikirim melalui server dan diolah menjadi sebuah informasi yang dapat diakses oleh masyarakat. *Design Science Research Methodology* (DSRM) adalah metode yang digunakan dalam penelitian ini. DSRM memiliki langkah yang konkrit berbasis pengetahuan baru, teknologi baru atau perkembangan dari keduanya. Penelitian ini memanfaatkan sensor curah hujan dan debit air sungai yang diatur oleh mikrokontroler Arduino uno dan ESP822. Proses pengiriman data hasil sensing sensor yang digunakan menggunakan komunikasi serial Arduino dengan ESP8266 untuk selanjutnya diteruskan dan disimpan pada sebuah database server. Dari pengujian tersebut, diperoleh hasil bahwa sistem ini dapat dimanfaatkan di wilayah sungai dan menjadi salah satu solusi untuk upaya pencegahan dampak bencana banjir bagi masyarakat daerah aliran sungai [6].

Apsari, dkk turut melakukan penelitian berjudul, "Implementasi Regresi Linier Menggunakan Sensor JSN-SR04T Untuk Monitoring Ketinggian Air Pada Tandon Air Melalui Antares". Penelitian ini bertujuan untuk menguji tingkat akurasi sensor dan pengaruh dari implementasi regresi linier. Penelitian ini menggunakan platform Antares untuk menyimpan data hasil pengukuran. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh hasil bahwa sensor kurang akurat dalam pengukuran. Namun, setelah di implementasikan dengan metode regresi linier hasil pengukuran sudah mendekati akurat dengan selisih kecil. Dengan demikian metode regresi linier ini mampu untuk meningkatkan akurasi hasil data pengukuran lebih baik dibanding yang tidak menggunakan regresi linear [7].

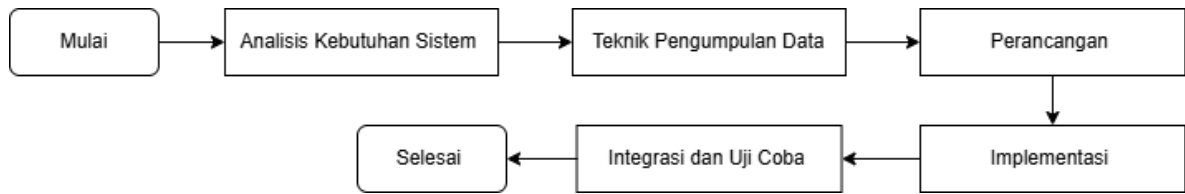
Penelitian yang dilakukan Gunawan, dkk. dalam penelitiannya sistem monitoring bendungan air berbasis internet of things Pada penelitian ini, penulis merancang sebuah prototype sistem monitoring bendungan air yang dapat bekerja dengan proses sistem monitoring air secara otomatis dan buka tutup pintu air yang di kontrol dari jarak jauh. Sistem ini dirancang menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP32 sebagai pusat kontrol sistem dan software blynk sebagai sistem control monitoring jarak jauh. Pada penelitian ini telah berhasil dirancang suatu prototype bendungan air dengan sistem buka tutup pintu air secara otomatis dengan akurasi 99,275% [8].

Berdasarkan lima referensi penelitian tersebut, maka penulis melakukan penelitian penyempurnaan berupa inovasi sistem monitoring ketinggian permukaan air dan pengaturan otomatis pintu air berbasis *internet of things*. Inovasi tersebut mengintegrasikan pembacaan data curah hujan dengan sensor ultrasonik, sensor curah hujan dan buka tutup pintu air secara otomatis yang mampu memberikan nontifikasi khusus pada bot telegram. Data yang telah di ambil atau di uji akan tersimpan pada *database*, lalu dikirim dan ditampilkan melalui perangkat android yang terhubung langsung ke web. Sistem ini akan memberikan notifikasi dalam 4 mode yaitu aman, siap, waspada dan bahaya. Dengan begitu, pemantauan serta pengendalian ketinggian air di bendungan dan sungai dapat mengadopsi sistem ini. Inovasi ini diharapkan dapat memperkecil kesalahan yang di sebabkan oleh *human error* serta mempermudah pekerjaan pengawasan bendungan. Dengan alat ini, pengawasan dapat dilakukan dimanapun. Keuntungan lain yang dapat diperoleh dari adopsi alat ini adalah tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan pengawasan manual dengan tenaga manusia. Selain dapat memudahkan pekerjaan manusia dalam mengawasi level air pada bendungan atau waduk, pengembangan alat ini diharapkan mampu memitigasi ancaman bencana banjir bandang bandang yang terjadi akibat meluapnya bendungan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Berdasarkan gambar 1. Pada tahapan penelitian akan dibahas mengenai metode penelitian yang akan digunakan peneliti dalam merancang sistem monitoring ketinggian permukaan air dan pengaturan otomatis pintu air berbasis internet of things dengan integrasi data curah hujan, peneliti menggunakan metode R&D yaitu Research and Development atau penelitian dan pengembangan [9]. Hasil yang diperoleh peneliti sama dengan keadaan yang ada di lapangan. Adapun langkah-langkah yang digunakan peneliti dalam merancang alat yaitu, Analisis kebutuhan sistem, Perancangan, Pengumpulan Data, Implementasi, Integrasi dan Uji coba. Tahapan-tahapan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

2.2 Analisis kebutuhan sistem

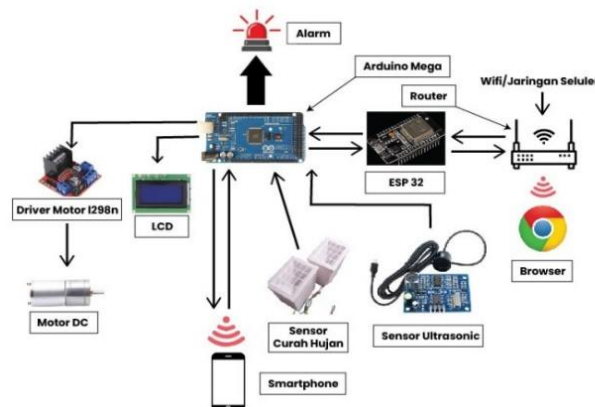
Analisis kebutuhan sistem untuk menunjang perancangan sistem dalam memonitoring dan kontrol otomatis pintu air berbasis iot didapatkan beberapa poin yang berkaitan dengan pengontrol sistem yang akan dibuat. dengan perangkat pendukung sistem terdiri dari perangkat keras yang digunakan dalam perancangan dan pembuatan alat ini terdiri dari laptop, mikrokontroler esp 32 yakni penerus ESP8266 dari Espressif System, dengan WiFi terintegrasi, lebih banyak pin, dan memori lebih besar [9]. Mikrokontroler arduino mega 2560 r3 yaitu Arduino Mega 2560 merupakan pengembangan dari Arduino Mega, awalnya menggunakan ATmega1280 lalu diganti ATmega2560[10]. Sensor ultrasonik ultrasonik untuk mengukur jarak benda [11]. Sensor curah hujan tipping bucket, mengukur volume air hujan per waktu, berbentuk kerucut atau setengah bola dari logam atau plastik, dengan pelat penangkap di atasnya [12]. Sedangkan perangkat lunak yang digunakan dalam perancangan dan pembuatan alat ini terdiri dari sistem operasi windows 11 microsoft office 2021, sketchup 2023 dan internet browser, arduino ide yang adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, mengatur, dan mengunggah program (sketch) ke board Arduino. Sebelum mengunggah program, perlu dilakukan pengaturan jenis board dan port yang sesuai [13]. Visual Studio Code merupakan kebutuhan pemrograman [14].

2.2 Teknik Pengumpulan Data

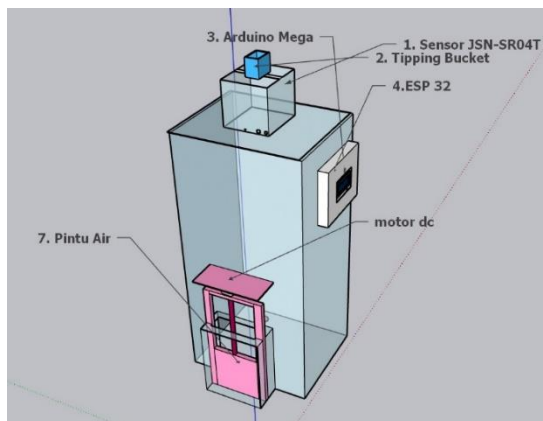
Teknik pengumpulan data merupakan langkah yang paling strategis dalam sebuah penelitian, sebab tujuan utama dari penelitian adalah mendapatkan data yang akurat, sehingga tanpa mengetahui teknik pengumpulan data peneliti tidak akan mendapatkan data yang memenuhi standar yang ditetapkan. Penggunaan data yang digunakan peneliti dalam mencari informasi dan data dalam penelitian tugas akhir ini dari beberapa metode seperti, metode observasi non-Partisipan adalah teknik pengumpulan data dimana peneliti hanya berperan sebagai pengamat tanpa terlibat dalam aktivitas objek yang diteliti, mencatat data, menganalisis, dan menyimpulkan temuan berdasarkan pengamatan, metode literatur yaitu pengumpulan data dengan membaca literatur yang berkaitan dengan tugas akhir, Metode Interview yaitu melakukan wawancara secara langsung yang berhubungan dengan masalah yang akan diselesaikan, data primer yang didapat dari hasil pengukuran secara langsung oleh peneliti [15].

2.3 Perancangan

Tahap perancangan adalah proses penyusunan kerangka penelitian secara sistematis sebelum pelaksanaan penelitian. Pada Gambar 2. merupakan activity diagram perancangan sistem dari alat yang telah dibuat, Sensor akan mengambil data secara Real-Time dikirim ke arduino. Arduino akan membaca dan mengidentifikasi data yang di terima dari sensor terkait data ketinggian air. Setelah data diterima maka data akan dikirim ke penerima. ESP 32 akan menerima data dari arduino dan dapat diakses melalui Web pada Browser. ESP 32 akan menerima pesan data yang telah diidentifikasi oleh arduino kemudian ESP 32 akan mengirim data tersebut ke smarphone yang telah terdaftar pada sistem. Buzzer hanya akan menerima data jika sensor mengirimkan data yang telah diatur dalam program yakni ketikan air menyapai level bahaya maka sirine akan berbunyi [16]. Pada Gambar 3 merupakan perancangan alat yang akan dibuat.



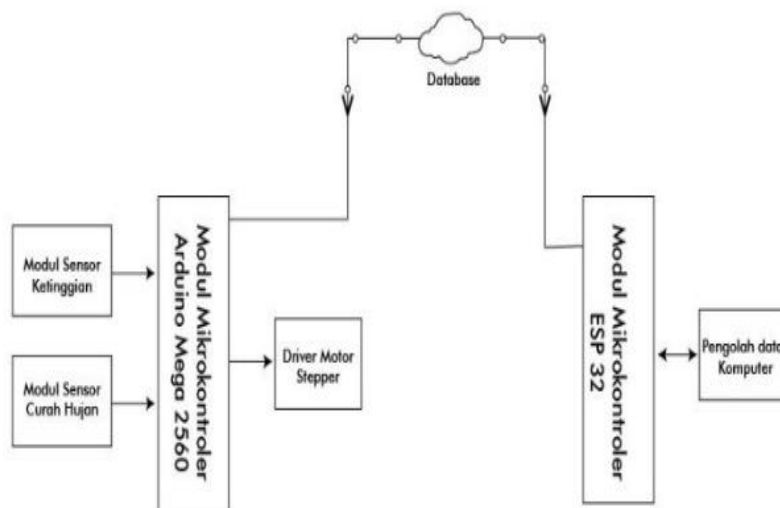
Gambar 2. Activity diagram perancangan system



Gambar 3. Rancangan keseluruhan alat

2.3.2 Blok Diagram Sistem

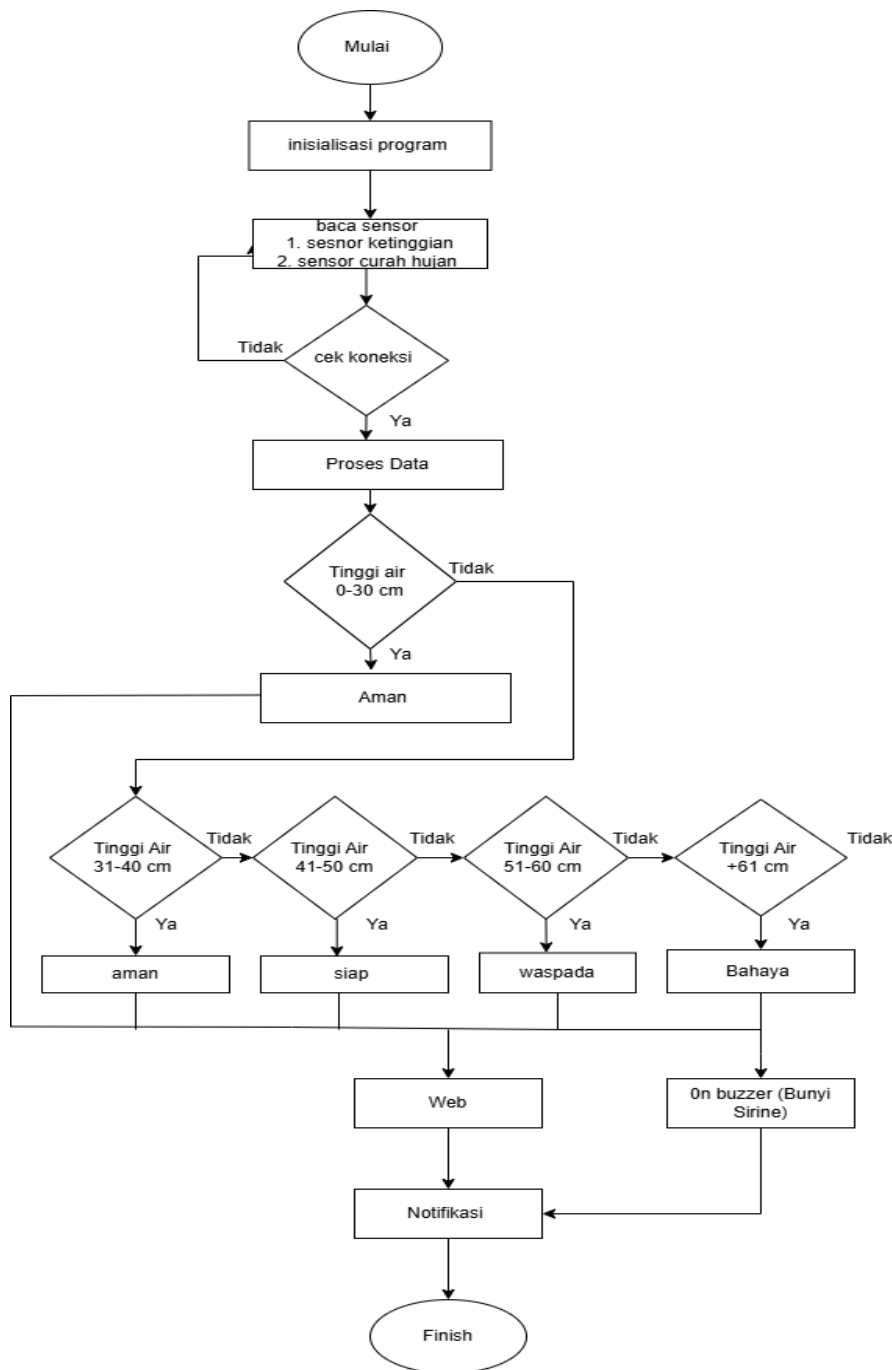
Berdasarkan Gambar 4, proses ini merupakan proses merancang diagram pada sistem yang akan dibuat. Sebelum masuk pada tahap perancangan penulis membuat simulasi rancangan yang akan dibangun dalam pembuatan alat pendeteksi ketinggian air. menjelaskan Cara kerja dari sistem yang akan dibuat adalah Perancangan sistem ini dimulai dengan membuat simulasi alat pendeteksi ketinggian air. Sistem bekerja dengan sensor ketinggian air dan curah hujan yang terhubung ke mikrokontroler Arduino Mega. Data dari sensor diproses dan dikirim ke ESP32 melalui internet menggunakan Firebase sebagai database. Hasil pengukuran ditampilkan di komputer dan dikirim sebagai notifikasi ke perangkat Android, seperti Telegram. Data menunjukkan status pintu air (buka/tutup) dengan alarm dalam 4 mode: aman, siap, waspada, dan bahaya. Motor DC yang menggerakkan pintu air dikendalikan otomatis melalui program di Arduino Mega[17]. Sistem diuji pada miniatur bendungan yang dapat menampung dan mengalirkan air. Curah hujan diukur secara manual menggunakan tipping bucket yang mengaktifkan switch untuk menghitung jumlah air. Nilai curah hujan yang ditampilkan di laptop dihitung berdasarkan jumlah pergerakan tipping bucket. kalibrasi tipping bucket yang merupakan banyaknya air yang menyebabkan tipping bucket bergerak. Nilai curah hujan yang tertampil pada laptop merupakan hasil kali antara jumlah counter dengan nilai kalibrasi *tipping bucket* [18].



Gambar 4. Blok diagram sistem

2.3.2 Flowchart Sistem

Berdasarkan Gambar 5 flowchart sistem menjelaskan tentang pengukur ketinggian air dimulai dari mengukur ketinggian air dan mengecek koneksi untuk melanjutkan ke pemrosesan data. Kemudian mengecek kondisi tinggi air apakah dalam kondisi aman, siap, waspada dan bahaya. Jika bukan dalam kondisi bahaya maka sistem hanya akan menampilkan data pada browser dan mengirimkan notifikasi pada operator sesuai tanda dari kondisi tinggi air. Sedangkan jika dalam keadaan bahaya maka sistem akan menampilkan data pada browser dan mengirimkan notifikasi tanda bahaya ke operator serta membunyikan sirene untuk menandakan level bahaya pada ketinggian air tersebut[19].



Gambar 5. Flowchart sistem

2.4 Implementasi

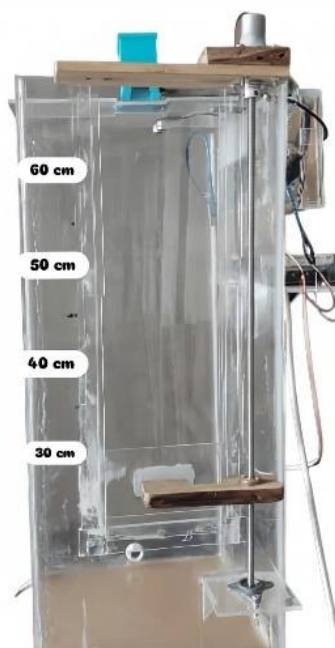
Dalam tahap ini dilakukan pemrograman dan pembuatan alat. Selain itu dalam tahap ini juga dilakukan pemeriksaan terhadap modul yang dibuat, apakah sudah memenuhi fungsi yang diinginkan atau belum [7].

2.5 Integrasi & Uji Coba

Tahap ini dilakukan penggabungan modul-modul yang sudah dibuat dan dilakukan pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah alat yang dibuat telah sesuai dengan desainnya dan masih terdapat kesalahan atau tidak. Dan kemudian disesuaikan dengan tahap rencana pengujian yang akan dijelaskan lebih lanjut pada rencana pengujian[20]. Untuk rencana pengujian sistem yang di bangun penulis merencanakan melakukan pengujian sistem teknis. Rencana pengujian sensor ultrasonic sampai output motor DC secara teknis bertujuan untuk mengetahui keakuratan dari sistem yang telah dibuat. Pengujian program dengan cara mengamati keluaran (output) program tanpa harus mengetahui segala yang dilakukan oleh sistem dengan berbagai macam masukan (input), menguji program dan alat yang berjalan dan tidak terjadi kesalahan pada saat dioperasikan, data keluaran telah sesuai dengan yang diharapkan, maka alat dianggap baik secara kualitatif [21].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini akan menguraikan hasil pengujian serta kerja alat sistem monitoring ketinggian permukaan air dan pengaturan otomatis pintu air berbasis internet of things dengan integrasi data curah hujan dapat dilakukan dengan pengujian pada sensor ultrasonik, sensor curah hujan dan bagaimana hasil buka tutup pintu air secara otomatis yang mampu memberikan nontifikasi khusus pada bot telegram serta data yang telah di ambil atau di uji akan tersimpan pada database yang telah dibuat. Data yang tertampil pada komputer akan memberikan informasi kapan pintu air dibuka dan ditutup dengan alarm yang disetting dalam 4 mode aman, siap, waspada dan bahaya dengan menggunakan jenis alarm value. Alur antara komputer dan motor DC telah di atur dalam program yang tersimpan pada arduino mega, serta secara otomatis motor DC akan bergerak sesuai dengan perintah yang telah di berikan. Dikarenakan tidak rutinnya musim hujan maka jenis pengambilan data ini dilakukan dengan cara membuat simulasi hujan buatan. Jenis data yang di ambil adalah data logger sehingga secara real time ketika air jatuh pada sensor curah hujan dengan sistem berjungkit maka data pun otomatis direkam dan tersimpan serta langsung terkirim ke database firebase. Sehingga data yang terkirim bisa kita lihat secara real time bagaimana rincian data tersebut terekam pada web yang peneliti rancang. Dalam penelitian ini peneliti mengambil data level air, curah hujan dan kondisi pintu air per/jam serta bagaimana nontifikasi ketika level air sudah naik. Gambar 6 merupakan tampilan keseluruhan alat yang telah dibuat.



Gambar 6. Tampilan keseluruhan alat

3.1 Data Hasil Pengujian Pada Media Sensor Ultrasonic

Proses kalibrasi ini dilakukan sebelum sensor terpasang pada alat yang akan digunakan untuk uji coba. Proses kalibrasi sensor ultrasonik JSN-SR04 ini bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi dari sensor ultrasonik tersebut. Data pada Tabel 1. Dalam penelitian ini merupakan data primer yang diperoleh dari hasil pengukuran serta penelitian oleh penulis.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Perbandingan Jarak Asli Dengan Hasil Pengukuran Serta Nilai Akurasinya

Jarak asli (cm)	Jarak hasil pengukuran (cm)	Akurasi (%)
40	40	100.00
41	41	100.00
42	42	100.00
43	43	100.00
44	44	100.00
45	45	95.83
46	46	100.00
47	47	100.00
48	46	96.08
49	49	100.00
50	50	100.00



Mayoritas nilai hasil pengukuran sangat mendekati nilai asli, dengan banyak data mencapai 100% akurasi. Untuk jarak di atas 40 cm, sebagian besar data memiliki akurasi 100%, menunjukkan bahwa sensor bekerja lebih baik pada rentang jarak yang lebih jauh. Konsistensi ini menjadi indikasi bahwa sensor stabil dan dapat diandalkan pada jarak tertentu. Secara keseluruhan, sensor ini memiliki performa yang sangat baik dengan rata-rata akurasi mendekati 99,26%.

3.2 Pengambilan Data Pengujian Monitoring Ketinggian Air Menggunakan Sensor Jarak (Ultrasonic) dan Sensor Curah Hujan (Tipping Bucket)

Cara kerja dari sistem yang dibuat adalah terdapat sensor untuk mendeteksi ketinggian air dan curah hujan, serta aktuator berupa motor dc yang akan menggerakkan pintu air, dengan menggunakan konsep IoT dalam sistem komunikasinya. Adapun langkah cara pengambilan data dari alat yang telah dirancang sebagai berikut :

- a. Sensor ketinggian air dan curah hujan terhubung ke Arduino Mega untuk pemrosesan, lalu data dikirim ke ESP32 yang terhubung ke komputer via internet dan Firebase.
- b. Hasil pembacaan ditampilkan di komputer, dengan Firebase sebagai database yang menghubungkan ESP32 dan komputer serta mengirim notifikasi ke Android, seperti Telegram. Data menunjukkan status pintu air (buka/tutup) dengan alarm dalam 4 mode: aman, siap, waspada, dan bahaya. Alur kerja komputer dan motor DC dikendalikan melalui program di Arduino Mega, memungkinkan motor DC bergerak otomatis sesuai perintah. Alur antara komputer dan motor DC, Motor dc akan bergerak sesuai dengan jalanya driver motor dc L298N yang telah di atur serta terhubung ke power suplay.
- c. Curah hujan diukur manual dengan menjatuhkan air ke sensor. Air masuk ke tipping bucket, yang berayun saat penuh, mengaktifkan switch sebagai clock mikrokontroler. Clock menghitung jumlah ayunan, dikalikan dengan nilai kalibrasi untuk menentukan curah hujan yang ditampilkan di laptop

Tabel 2 . Data Hasil Pengambilan Data Pada Pengujian Pertama

Pengujian ke	Waktu Wita	Ketinggian Air (Cm)	Kategori Hujan	Jumlah Curah Hujan	Rata-rata curah hujan (mm/jam)	Status Level Air	Kondisi Pintu Air	Buzzer
1	14:00 s/d 14:29	22 cm s/d 30 cm	Hujan ringan	0, 70 mm	0,9 mm/ jam	aman	Tutup penuh	Off
	14:30 s/d 15:29	32 cm s/d 40 cm				Siap	Tutup penuh	off
	15:30 s/d 15:59	42 cm s/d 55/ cm				Waspada	Buka setengah	On 1x
	16:00 s/d 17:00	55 cm s/d 60 cm				Bayaha	Buka penuh	On 3x
	2	20:00 s/d 20:30				20 cm s/d 30 cm	Hujan sedang	12, 81 mm
20:31 s/d 21:00		32 cm s/ 40 cm	Siap	Tutup penuh	Off			
21:00 s/d 21:30		41 cm s/d 53 cm	Waspada	Buka setengah	On 1x			
21:30 s/d 21:40		55 cm s/d 60 cm	Bahaya	Buka penuh	On 3x			
3		21:40 s/d 21:50	22 cm s/d 30 cm	Hujan lebat	22, 6 mm	100 mm / jam		
	21:50 S/d 22:10	32 cm s/d 40 cm	Siap				Tutup penuh	Off



4	22:10	42 cm s/d		24, 6		Waspada	Buka setengah	On 1x
	S/d 22:30	50 cm		mm				
	22:30	50 cm s/d		30, 1		Bahaya	Buka penuh	On 3x
	S/d 22:40	60 cm		mm				
	22:40	10 cm s/d	Hujan	165, 20	1321,60	Aman	Tutup penuh	Off
	S/d 22:50	30 cm	extream	mm	mm/ jam			
	22:50	30 cm s/d		165, 20		Siap	Tutup penuh	Off
	S/d 22:55	40 cm		mm				
	22:55	41 cm s/d		165, 20		Waspada	Buka setengah	On 1x
	S/d 23:00	50 cm		mm				
23:00	50 cm s/d		165, 20		Bahaya	Buka penuh	On 3x	
S/d 23:10	60 cm		mm					

Dari Tabel 2 dapat dianalisa bahwa, pada pengujian pertama Pengujian pertama (14:00-17:00) berlangsung saat hujan ringan (9,00 mm/jam). 14:00-14:29: Curah hujan 12,81 mm, air 22-30 cm (aman), pintu air tertutup, alarm tidak berbunyi, notifikasi tetap dikirim. 14:30-15:29: Air naik 32-40 cm (siap), warga diminta siaga dan bersiap evakuasi. 15:30-15:59: Air 42-55 cm (waspada), alarm berbunyi sekali. 16:00-17:00: Air 55-60 cm (bahaya), alarm berbunyi tiga kali, evakuasi dilakukan, pintu air terbuka otomatis

Pengujian kedua (20:00-21:40) berlangsung saat hujan sedang (82,5 mm/jam). 20:00-20:30: Air 20-30 cm (aman), pintu air tertutup, alarm tidak berbunyi, notifikasi tetap dikirim. 20:30-21:00: Air naik 32-40 cm (siap), warga harus siaga dan siap evakuasi. 21:00-21:30: Air 41-53 cm (waspada), alarm berbunyi sekali. 21:30-21:40: Air 50-60 cm (bahaya), curah hujan 24,42 mm, alarm berbunyi tiga kali, evakuasi dilakukan, pintu air terbuka otomatis.

Pengujian ketiga (21:40-22:40) berlangsung saat hujan lebat (22,6 mm/jam). 21:40-21:50: Air 20-30 cm (aman), pintu air tertutup, alarm tidak berbunyi, notifikasi tetap dikirim. 21:50-22:10: Air naik 32-40 cm (siap), warga harus siaga dan siap evakuasi. 22:10-22:30: Air 42-50 cm (waspada), alarm berbunyi sekali. 22:30-22:40: Air 50-60 cm (bahaya), curah hujan 30,1 mm, alarm berbunyi tiga kali, evakuasi dilakukan, pintu air terbuka otomatis.

Pengujian keempat (22:40-23:10) berlangsung saat hujan ekstrem (1321,60 mm/jam). 22:40-22:50: Air 10-30 cm (aman), pintu air tertutup, alarm tidak berbunyi, notifikasi tetap dikirim. 22:50-22:55: Air naik 30-40 cm (siap), warga harus siaga dan siap evakuasi. 22:55-23:00: Air 41-50 cm (waspada), alarm berbunyi sekali. 23:00-23:10: Air 50-60 cm (bahaya), curah hujan 165,20 mm, alarm berbunyi tiga kali, evakuasi dilakukan, pintu air terbuka otomatis.

Tabel 3. Data Hasil Pengambilan Data Pada Pengujian Kedua

Pengujian ke	Waktu Wita	Ketinggian Air (Cm)	Kategori Hujan	Jumlah Curah Hujan	Rata-rata curah hujan (mm/jam)	Status Level Air	Kondisi Pintu Air	Buzzer
1	8:28s/d	22 cm s/d	Hujan ringan	5, 60	18, 50 mm/ jam	Aman	Tutup penuh	Off
	9: 10	30 cm		7, 70		Siap	Tutup penuh	off
	9:12 s/d 10:30	30 cm s/d		mm				
	10: 30 s/d 11:10	36 cm		11, 90 mm		Waspada	Buka setengah	On 1x
2	11: 10 s/d 11:30	44 cm s/d	Hujan sedang	13, 30 mm	74, 2 mm /jam	Bayaha	Buka penuh	On 3x
	14:00 s/d 14:30	61 cm		30, 80 mm		Aman	Tutup penuh	Off
	14: 30 s/d 15:00	20 cm s/d		30, 80 mm		Siap	Tutup penuh	Off
	14:30 s/d 15:00	29 cm		mm				

	15:00 s/d 15:30	32 cm s/d 46 cm		40, 60 mm		Waspada	Buka setengah	On 1x
	15:30 s/d 16:00	46 cm s/d 62 cm		46, 20 mm		Bahaya	Buka penuh	On 3x
3	17:00 s/d 17:35	22 cm s/d 29 cm	Hujan lebat	82, 60 mm	381, 47 mm /jam	Aman	Tutup penuh	Off
	17:35 S/d 17:50	29 cm s/d 35 cm		82, 60 mm		Siap	Tutup penuh	Off
	17:50 S/d 18:00	35 cm s/d 42 cm		86, 10 mm		Waspada	Buka setengah	On 1x
	18:00 S/d 18: 10	42 cm s/d 60 cm		90, 30 mm		Bahaya	Buka penuh	On 3x
4	19:20 S/d 19:30	10 cm s/d 29 cm	Hujan extream	152, 60 mm	875,56 mm/ jam	Aman	Tutup penuh	Off
	19:30 s/d 19:40	29 cm s/d 36 cm		152, 60 mm		Siap	Tutup penuh	Off
	19:40 S/d 19:56	36 cm s/d 44 cm		158, 90 mm		Waspada	Buka setengah	On 1x
	19:56 S/d 20: 05	44 cm s/d 60cm		161, 70 mm		Bahaya	Buka penuh	On 3x

Dari Tabel 3 dapat dianalisa bahwa, pada pengujian kedua Pada pukul 8:00 s/d 11: 30 “hujan ringan” dengan rata-rata curah hujan berjumlah 74.50 mm/Jam, Pada pukul 8:00 s/d 9: 10 pada kondisi ini level air masih dalam kategori aman dengan ketinggian air 22 cm s/d 30 cm dengan curah hujan 5,60 mm posisi pintu air akan tetap ada pada kondisi “tertutup penuh “ serta alaram otomatis tidak berbunyi, namun tetap petugas akan tetap mengimkan nontifikasi terkait kondisi level air pada hari itu serta masyarakat bisa langsung memonitor sendiri ketinggian air pada level ini sehingga masyarakat penduduk setempat masi bisa bersiap-siap dirumah dalamantisipasi banjir. Dan pada pukul 9:13 s/d10:30 Kategori Level Air pada kondisi “siap” yang artinya dengan ketinggian air 30 cm s/d 36 cm, dengan curah hujan 7, 70 mm pada ketinggian air ini masyarakat setempat sudah harus bersiap siaga serta di evakuasi karena waspada potensi terjadinya banjir. Lalu pada pukul 10: 30 s/d 11: 10 Level Air pada kondisi waspada dan alarm pun berbunyi satu kali dengan ketinggian air sudah mencapai 36 cm s/d 44 cm dan dengan curah hujan 11, 90 mm serta pada pukul 11: 00 s/d 11:30 dengan ketinggian air 41 cm s/d 62 cm dengan curah hujan 46, 20 mm alaram akan berbunyi 3 kali menandakan peringat “bahaya” yang artinya proses evakuasi Masyarakat sekitar sudah dilakukan agar tidak adanya korban dari bencana banjir. Pada kondisi ini pintu air akan di buka penuh secara otomatis.

3.3 Perancangan Bot Telegram

Berdasarkan Gambar 7, bot ini dirancang bukan sekedar alat, melainkan asisten digital yang siap sedia 24/7. Dengan kemampuan memberikan notifikasi real-time, bot ini memastikan pengguna tidak pernah melewatkan berita yang sangat penting terkait informasi terjadinya banjir serta pemantauan ketinggian atau perubahan bagaimana level air serta hal krusial lainnya. engan pemantauan dan peringatan dini, masyarakat dan pihak berwenang memiliki waktu lebih untuk mempersiapkan langkah-langkah evakuasi atau perlindungan, sehingga dapat meminimalkan dampak banjir. Masyarakat dapat mengakses data ketinggian air secara langsung, meningkatkan kesadaran dan kesiapan dalam

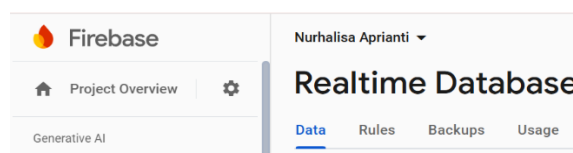
menghadapi potensi banjir. Data historis yang tersimpan dalam sistem membantu pemerintah dan perencana kota dalam merancang infrastruktur yang lebih tahan banjir, seperti bendungan, yang lebih baik



Gambar 7. Tampilan Bot telegram

3.4 Perancangan Web Data Base

Alam menghadapi ancaman banjir yang semakin sering terjadi akibat perubahan iklim, kebutuhan akan solusi teknologi yang efisien dan akurat menjadi semakin penting. Untuk menjawab tantangan ini pada Gambar 8 dan Gambar 9. Sebuah web database pemantauan ketinggian air telah dirancang dan dikembangkan. Sistem ini bertujuan memberikan kemudahan dalam pengumpulan, pengolahan, dan analisis data ketinggian air secara real-time, guna membantu masyarakat, pemerintah, dan lembaga terkait dalam mengambil tindakan mitigasi yang tepat waktu. Sistem ini dirancang untuk mengintegrasikan data dari sensor ketinggian air yang ada di lokasi strategis. Informasi seperti level air, debit aliran, dan potensi banjir dapat dipantau secara langsung melalui antarmuka web yang intuitif dan responsif. Sistem ini menyimpan data historis ketinggian air, memungkinkan analisis jangka panjang untuk mempelajari pola banjir, tren perubahan debit air, serta efektivitas infrastruktur penanganan banjir. Dengan pemantauan dan peringatan dini, masyarakat dan pihak berwenang memiliki waktu lebih untuk mempersiapkan langkah-langkah evakuasi atau perlindungan, sehingga dapat meminimalkan dampak banjir.



Gambar 8. Tampilan Database Firebase



Gambar 9. Tampilan Database Firebase Yang Telah Tersimpan

3.5 Pengukuran Parameter Delay

Tabel 4. Data Hasil Pengukuran Parameter Delay Pada Data Pengujian Ketiga

Pengujian ke	Waktu Wita	Ketinggian Air (Cm)	Kategori Hujan	Jumlah Curah Hujan	Rata-rata curah hujan (mm/jam)	Status Level Air	Kondisi Pintu Air	Delay (ms)	Rata rata delay (ms)
1	8:28s/d	22 cm s/d	Hujan ringan	5, 60	18, 50 mm/ jam	aman	Tutup penuh	2,520	
	9: 10	30 cm		mm					
	9:12	30 cm s/d	7, 70	Siap	Tutup penuh	4,680			
	s/d 10: 30	36 cm	mm						



	10: 30 s/d 11: 10	36 cm s/d 44 cm		11, 90 mm		Waspada	Buka setengah	2,400	2,160
	11: 10 s/d 11: 30	44 cm s/d 61 cm		13, 30 mm		Bahaya	Buka penuh	1,200	
2	14:00 s/d 14:30	20 cm s/d 29 cm	Hujan sedang	30, 80 mm	74, 2 mm /jam	Aman	Tutup penuh	1,800	
	14: 30 s/d 15: 00	30 cm s/d 32 cm		30, 80 mm		Siap	Tutup penuh	1,800	1,800
	15:00 s/d 15:30	32 cm s/d 46 cm		40, 60 mm		Waspada	Buka setengah	1,800	
	15:30 s/d 16:00	46 cm s/d 62 cm		46, 20 mm		Bahaya	Buka penuh	1,800	
3	17:00 s/d 17:35	22 cm s/d 29 cm	Hujan lebat	82, 60 mm	381, 47 mm /jam	Aman	Tutup penuh	2,100	
	17:35 S/d 17:50	29 cm s/d 35 cm		82, 60 mm		Siap	Tutup penuh	900	2,100
	17:50 S/d 18:00	35 cm s/d 42 cm		86, 10 mm		Waspada	Buka setengah	600	
	18:00 S/d 18: 10	42 cm s/d 60 cm		90, 30 mm		Bahaya	Buka penuh	600	
4	19:20 S/d 19:30	10 cm s/d 29 cm	Hujan extream	152, 60 mm	875,56 mm/ jam	Aman	Tutup penuh	600	
	19:30 s/d 19:40	29 cm s/d 36 cm		152, 60 mm		Siap	Tutup penuh	600	675
	19:40 S/d 19:56	36 cm s/d 44 cm		158, 90 mm		Waspada	Buka setengah	960	
	19:56 S/d 20: 05	44 cm s/d 60cm		161, 70 mm		Bahaya	Buka penuh	540	

Dari Tabel 4 dapat dianalisa bahwa pengukuran delay pada parameter Qos (Quality of cervis) dilakukan 4 kali pengujian dengan kondisi curah hujan ringan, sedang, lebat dan extream. Tujuan dilakukannya pengujian atau pengukuran delay (ms) tersebut yaitu untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan selama pengiriman notifikasi dari pengirim ke penerima. Adapun jenis notifikasinya terbagi dalam kategori aman, siap, waspada dan bahaya. Pesan tersebut akan dikirim melalui bot telegram yang telah peneliti rancang. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa dari ke empat data pengujian yang paling cepat mengirimkan notisikasi adalah data pada saat hujan extream dengan rata-rata senilai 675 (ms) ini dikatakan cepat karena diikuti dengan intesitas curah hujan yang begitu cepat pula. Sedangkan pada data pertama sampai ketiga delaynya kurang cepat dikarenakan intesitas curah hujan yang begitu sedikit pula. Data yang telah didapatkan pada pengujian pertama sampai keempat adalah data yang mengikuti intesitas curah hujan. Nilai rata-rata 675 (ms) jika kita mengikuti standar THIPON rata-rata ini kurang bagus. Namun

untuk pengiriman data jika tidak mengikuti curah hujan data terkirim selama persatu detik selama semua sistem itu berjalan.

4. KESIMPULAN

Sistem yang di rancang dapat berfungsi dengan baik yang aman apabila pada saat melakukan pengukuran ketinggian air maka hasil pengukuran sesuai dengan keadaan aslinya. Secara keseluruhan, sensor ini memiliki performa yang sangat baik dengan rata-rata akurasi mendekati 97%. Sistem monitoring ketinggian air berbasis Internet of Things (IoT) mampu memberikan informasi yang cepat dan akurat kepada pengguna, memungkinkan pemantauan level air kapan saja selama terhubung ke internet. Hasil pengujian menunjukkan bahwa notifikasi tercepat terjadi saat hujan ekstrem dengan rata-rata delay 675 ms, yang masih kurang baik menurut standar THIPON. Namun, jika tidak mengikuti intensitas curah hujan, data tetap terkirim setiap satu detik selama sistem berjalan dengan baik. Sistem kerja pintu air yang bisa bekerja secara otomatis memberikan mudahan pada petugas serta memudahkan pekerjaan manusia. Kondisi pintu yang tertutup atau terbuka dilengkapi dengan data dalam bentuk *database*. Untuk memonitoring pintu dan menyimpan data dan output buzzer akan berbunyi dan menyala ini berfungsi sebagaimana fungsinya serta layak digunakan.

REFERENCES

- [1] *Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), RBI Risiko Bencana Indonesia. Jakarta: BNPB, 2023.*
- [2] I. A. Deswiyani, S. Solikhun, S. Sumarno, P. Poningsih, and S. R. Andani, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Ketinggian Air dan Alarm Pemberitahuan Antisipasi Datangnya Banjir Berbasis Arduino Uno," *Jurnal Penelitian Inovatif*, vol. 1, no. 2, pp. 155–164, Dec. 2021. doi: 10.54082/jupin.23.
- [3] H. Widodo, U. Mudjiono, J. E. Poetro, M. B. Rahmat, dan R. A. A. T. Azhiim, "Desain Pintu Air Otomatis Berbasis Mikrokontroler untuk Meningkatkan Efisiensi PLTMH di Desa Kalianan, Probolinggo," *Jurnal Cakrawala Maritim*, vol. 8, no. 1, 2024. doi: <https://doi.org/10.35991/jcm.v8i1.23>
- [4] Y. Herdiana and A. Triatna, "Prototype Monitoring Ketinggian Air Berbasis Internet Of Things Menggunakan Blynk Dan NodeMCU Esp8266 Pada Tangki," *Computing : Jurnal Informatika*, Vol. 07, No. 1, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.unibba.ac.id/index.php/computing/article/view/549>.
- [5] H. Quthbirrobaani and E. Sukarna, "Sistem Pemantauan Ketinggian Air Dan Curah Hujan Serta Kontrol Pintu Air Pada Simulasi Bendungan Berbasis Iot Dengan Hmi Scada." *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, vol. 23, No. 2, 2021. doi: 10.24912/tesla.v23i2.13234.
- [6] R. Hermawan *et al.*, "Pemanfaatan Sensor Curah Hujan Dan Debit Air Sungai Untuk Monitoring Banjir Berbasis Internet Of Things," *Jurnal POLEKTRO: Jurnal Power Elektronik*, vol. 12, no. 1, 2023. [Online]. Available: <https://polektro.pjj.unp.ac.id/index.php/polektro/article/view/123>
- [7] G. Hasna, I. Apsari, S. Pramono, and N. A. Zen, "Implementasi Regresi Linier Menggunakan Sensor JSN-SR04T Untuk Monitoring Ketinggian Air Pada Tandon Air Melalui Antares," *Journal of Electronic and Electrical Power Applications*, vol. 2, no. 2, 2022. doi: 10.58436/jeepa.v2i2.1277.
- [8] S. Supratno, "Sistem Monitoring Bendungan Air Berbasis Internet of Things," *NCIET National Conference of Industry, Engineering and Technology*, Vol. 3, 2022. [Online]. Available: <http://repository.unismabekasi.ac.id/id/eprint/6788>
- [9] M. Nizam, H. Yuana, and Z. Wulansari, "MIKROKONTROLER ESP 32 SEBAGAI ALAT MONITORING PINTU BERBASIS WEB," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, Vol. 6, No. 2, 2022. doi: <https://doi.org/10.36040/jati.v6i2.5713>.
- [10] C. Y. Windra, "Penerapan Mikrokontroler Arduino Mega 2560 sebagai Monitoring pada Pembacaan Arus 3 Fasa di Gardu Induk 150 kV Lubuk Alung," *Jurnal Teknik Elektro*, Vol. 10, No. 1, 2021. doi: 10.21063/JTE.2021.31331007.
- [11] T. N. Arifin, G. Febriyani Pratiwi, and A. Janrafasasih, "SENSOR ULTRASONIK SEBAGAI SENSOR JARAK", *Jurnal Tera*, Vol. 2, No. 2, 2022. [Online]. Available: <https://jurnal.undira.ac.id/jurnaltera/article/view/183>
- [12] I. Utama Panggalo *et al.* Pembuatan Sistem Monitoring Intensitas Curah Hujan Berbasis Internet of Things (IoT) Article History". *Jurnal Teknik Elektro: Electronic Control, Telecommunication, Computer Information and Power System*. Vol. 10, No. 1, 2021. [Online]. Available: <https://ejournal.litpam.ac.id/index.php/jte/article/view/123>.
- [13] D. Sasmoko, *Arduino dan Sensor pada Project Arduino DIY*. Semarang, Jawa Tengah: Yayasan Prima Agus Teknik, 2021.
- [14] R. Simon Martin, Y. Dewanto, P, "PROTOTYPE KUNCI PINTU OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR KAMERA BERBASIS RASPBERRY," *Jurnal Teknologi Industri*, Teknik Elektro, F. Teknologi Industri Vol. 12, No. 1, 2023. doi: <https://doi.org/10.35968/jti.v12i1.1044>
- [15] N. Jumisa, P. Jaya, J. Hamka Kampus UNP, and A. Tawar Padang, "Sistem Monitoring dan Kontrol Tegangan PLTA Berbasis Internet of Things (IoT)," *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika dan Informatika)* Vol. 11, No. 3, 2023. doi: 10.24036/voteteknika.v11i3.124739
- [16] R. Romiyadi, M. T. Dewi, dan B. A. Rozani, "Perancangan Alat Pendeteksi Banjir Menggunakan Arduino Uno," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, Vol. 19, No. 2, 2020. doi: 10.35889/progresif.v19i1.1537
- [17] N. T. Ujianto, R. I. Fitria, D. A. Nawangnugraeni, dan H. R. Jannah, "Pintu Air Otomatis Pencegah Rob Berbasis Arduino," *Jurnal Teknik*, Vol. 14, No. 1, 2023. doi: <https://doi.org/10.24905/jureng.v14i1.35>
- [18] H. Rahmawan, D. M. Muhammad, dan Farianto, "Pengembangan Sistem Pengukur Curah Hujan di Sungai Jakarta Berbasis IoT," *Jurnal Ilmu Komputer dan Agri-Informatika*, Vol. 9, No. 1, 2022. doi: <http://dx.doi.org/10.29244/jika.9.1.23-36>
- [19] H. Munandar, B. Darmawan, M. Eng, dan S. Ch, "Prototype Pengendali Pintu Air Otomatis pada Saluran Irigasi Berbasis Mikrokontroler ESP32," *Jurnal Teknik Elektro*, Vol. 12, No. 2, 2024.
- [20] S. Hartanto, "Tegangan Motor DC Terhadap Berat Barang Pada Ban Berjalan," *Jurnal Elektro*, Vol. 10, No. 2, 2022. Available: <https://jurnalteknik.unkris.ac.id/index.php/jie/article/view/144/145>.



- [21] M. R. Jinan, A. Priyanto, A. B. Saputra, and A. R. Jannah, "Purwarupa Alat Pendeteksi Otomatis Ketinggian Air Untuk Mengatur Buka Tutup Pintu Air Berbasis Arduino," *TEKNOMATIKA*, vol. 15, no. 2, Sep. 2022. Online]. Available: <https://ejournal.unjaya.ac.id/index.php/teknomatika/article/download/1102/717>.