

DESAIN MODULAR PINTU AIR IRIGASI UNTUK SALURAN SEKUNDER BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)

Bahrul Afifur Rochman¹, Eko Noerhayati², Ade Fitriyanti³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Malang
e-mail: afifbahrul43@gmail.com

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: eko.noerhayati@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: adefitriyanti@unisma.ac.id

ABSTRACT

Manual control in irrigation water distribution often leads to inefficiencies in agricultural management. This study aims to design a secondary irrigation gate system based on the Internet of Things (IoT) with a modular structure, remotely controlled and powered by solar energy. The dimensional and structural design of the gate was created using AutoCAD software to ensure precision and compatibility with u-ditch channels measuring 0.80×0.72 meters. The gate, sized 0.6×0.5 meters, is operated by a NEMA 17 stepper motor connected to an ESP32 microcontroller and controlled via the Smart Flood Gate application. The solar panel is equipped with an MPPT system to optimize power absorption. This system enables automatic operation without reliance on the public electricity grid and can be flexibly installed in various agricultural locations. The design results indicate that the system is a feasible, efficient, and sustainable solution for modern irrigation management.

Keywords: *Modular design, irrigation gate, IoT, ESP32, AutoCAD, solar panel*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Irigasi merupakan suatu sistem pengelolaan air yang dirancang secara sistematis melalui pembangunan infrastruktur dan jaringan saluran guna menyalurkan air ke area pertanian atau perkebunan. Proses ini tidak hanya bertujuan untuk memastikan ketersediaan air bagi tanaman, tetapi juga mencakup pembuangan air sisa yang sudah tidak dibutuhkan setelah digunakan secara optimal [1]. Diperlukan kontrol bukaan pintu agar lebih efisien dalam pengelolaan debit air serta panjang loncatan air yang terjadi [2].

Pintu air irigasi digunakan untuk menjaga kestabilan aliran air didalam saluran irigasi pertanian [3]. Agar lebih efisien dapat dilakukan metode kontrol bukaan pintu air irigasi dengan sistem pengendali jarak jauh berbasis *Internet of Things* (IoT) agar tidak memerlukan bantuan tenaga manusia secara total dalam proses pengoperasiannya.

Internet of Things (IoT) adalah sebuah paradigma teknologi di mana berbagai benda fisik dilengkapi dengan kemampuan untuk mengirimkan data melalui jaringan secara otomatis tanpa memerlukan campur tangan langsung dari manusia, baik dalam bentuk interaksi antarindividu maupun antara manusia dan komputer. Fungsionalitas IoT sangat beragam mulai dari pertukaran informasi secara real-time hingga pengendalian jarak jauh terhadap perangkat serta berbagai potensi lain yang terus berkembang [4]. Untuk menghemat penggunaan energi fosil sebagai sumber energi listrik, maka diperlukan sumber energi yang lebih efektif dengan cara memanfaatkan tenaga surya.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa dimensi saluran yang digunakan untuk penempatan desain modular pintu air irigasi sekunder berbasis *Internet of Things* (IoT)?

2. Berapa dimensi desain modular pintu air irigasi untuk saluran sekunder berbasis *Internet of Things* (IoT)?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui dimensi saluran yang digunakan untuk penempatan desain modular pintu air irigasi sekunder berbasis *Internet of Things* (IoT).
2. Untuk mengetahui dimensi desain modular pintu air irigasi untuk saluran sekunder berbasis *Internet of Things* (IoT).

1.4 Manfaat Penelitian

1. Penelitian ini dapat menambah pengetahuan lebih jauh mengenai sistem irigasi berbasis *Internet of Things* (IoT).
2. Penelitian ini dapat dijadikan referensi dalam merencanakan bukaan air irigasi yang efektif dan efisien.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pintu Air *Sluice Gate*

Pintu air pada sistem irigasi berfungsi sebagai perangkat pengatur aliran air dalam saluran terbuka, yang memainkan peran penting dalam mendukung aktivitas pertanian, khususnya dalam tata kelola distribusi air irigasi. Alat ini digunakan untuk mengendalikan volume dan arah aliran air agar sesuai dengan kebutuhan pengairan lahan secara efisien dan terukur [5].

Pintu air saluran terbuka jenis *sluice gate* memiliki bentuk yang biasanya lebih besar dan digunakan pada saluran utama atau saluran besar.

Pintu ini terdiri dari balok horizontal yang dapat digerakkan secara vertikal untuk mengatur tinggi dan volume air yang mengalir melalui saluran terbuka. Pintu air *sluice* sering digunakan di waduk, bendungan, dan saluran irigasi sekunder.

2.2 Desain Modular Dalam Arsitektur

Desain modular dalam arsitektur didefinisikan sebagai metodologi konstruksi yang memanfaatkan unit-unit struktural atau fungsional yang diproduksi secara terpisah (pre-fabrikasi) di luar lokasi proyek.

Modul-modul ini dirancang dengan dimensi dan koneksi yang terstandarisasi

sehingga memungkinkan perakitan dan konfigurasi yang beragam di lokasi akhir. Pendekatan ini berlandaskan pada prinsip repetisi, efisiensi, dan kontrol kualitas yang ketat. Keunggulan Desain Modular Secara teknis:

1. Efisiensi Waktu dan Biaya
Dengan memindahkan sebagian besar proses konstruksi ke lingkungan pabrik, jadwal proyek dapat dipersingkat hingga 50%.
2. Peningkatan Kualitas dan Presisi
Produksi di pabrik menawarkan lingkungan yang terkontrol, bebas dari faktor eksternal seperti cuaca.
3. Keberlanjutan Lingkungan
Desain modular berkontribusi pada praktik arsitektur berkelanjutan. Produksi di pabrik mengurangi limbah material secara signifikan.
4. Fleksibilitas dan Adaptabilitas
Meskipun menggunakan unit-unit standar, sistem modular memungkinkan fleksibilitas konfigurasi yang tinggi. Modul dapat disusun ulang atau ditambahkan untuk mengakomodasi perubahan fungsi atau kebutuhan ruang di masa depan.

Sebagai alat gambar teknis, aplikasi AutoCAD dapat digunakan sebagai alat untuk membuat gambar 2D yang sangat presisi, seperti denah, potongan, dan detail.

Dalam alur kerja modular, AutoCAD dapat digunakan untuk membuat gambar detail dari setiap modul. Gambar-gambar ini kemudian dapat digunakan oleh pabrikan untuk proses fabrikasi.

2.3 Perkembangan Pintu Air Irigasi

Era modern seperti saat ini, pintu air sudah dilengkapi dengan sistem kendali otomatis yang terintegrasi dengan sensor tingkat air dan perangkat pengatur aliran berbasis komputer. Ini memungkinkan kontrol yang sangat presisi dalam pengelolaan air untuk irigasi.

Banyak sistem irigasi modern kini menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT) dan sensor untuk memantau kondisi saluran dan ketinggian air secara *real time* dengan kemampuan pengaturan pintu air dari jarak jauh melalui perangkat mobile atau komputer.

2.4 Saluran Irigasi Sekunder

Saluran sekunder berfungsi sebagai penghubung antara saluran primer dan saluran tersier. Air yang berasal dari saluran primer akan disalurkan ke beberapa titik cabang melalui saluran sekunder. Ukuran saluran ini lebih kecil dari saluran primer, dan masih menggunakan konstruksi permanen agar tahan lama dan mudah dirawat.

Saluran sekunder biasanya dibangun dengan lebar antara 40 cm hingga 100 cm tergantung dengan kebutuhan, serta seringkali dilengkapi dengan bangunan pembagi dan pengendali seperti pintu air pembagi (*modular gate*), bak kontrol, dan bangunan pelimpah. Keberadaan saluran sekunder sangat vital dalam menjamin distribusi air yang merata dan terkontrol sebelum memasuki wilayah distribusi kelompok petani.

2.5 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan inovasi teknologi mutakhir yang telah terintegrasi dalam berbagai proses dan perangkat kehidupan modern, berkontribusi signifikan terhadap peningkatan kualitas hidup serta kemudahan dalam mengakses informasi dan layanan tertentu.

Secara konseptual IoT dapat dipahami sebagai sebuah ekosistem cerdas yang menjalankan beragam fungsi termasuk pemodelan perangkat, pengendalian perangkat secara otomatis, penyebaran informasi, analisis data, hingga identifikasi dan pelacakan perangkat yang terhubung dalam jaringan [6].

Internet of Things (IoT) memiliki spektrum kapabilitas yang luas, antara lain memungkinkan pertukaran data secara real-time, berfungsi sebagai pengendali jarak jauh, serta menjalankan berbagai fungsi lainnya yang terus berkembang seiring kemajuan teknologi [4]. IoT juga dipandang sebagai komponen fundamental dalam lanskap industri teknologi informasi generasi terbaru, yang mengintegrasikan otomatisasi, konektivitas, dan kecerdasan buatan dalam satu ekosistem digital [7].

2.6 Photovoltaic Cell (Panel Surya)

Photovoltaic Cell adalah efisiensi konversi yang menyatakan rasio masukan energi surya

terhadap keluaran energi listrik. Kebutuhan untuk menemukan bentuk-bentuk energi terbarukan sangat relevan dan mendesak saat ini.

Itulah sebabnya manusia harus menemukan sumber-sumber energi alternatif untuk menyediakan masa depan yang bersih dan berkelanjutan [8].

3. METODE PERENCANAAN

3.1 Deskripsi lokasi studi

Lokasi penelitian ini berada di Laboratorium Hidrolika, tepatnya berada di Jalan Kav. Waing, Kelurahan Tasikmadu, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang.

Laboratorium hidrolika ini dipilih karena memiliki model saluran irigasi yang memiliki kesamaan dengan lingkungan yang sebenarnya. Laboratorium ini memiliki ukuran panjang 7,5 meter dan lebar 8,5 meter yang menghadap kearah barat dan posisi saluran berada di dalam laboratorium sebelah kiri.



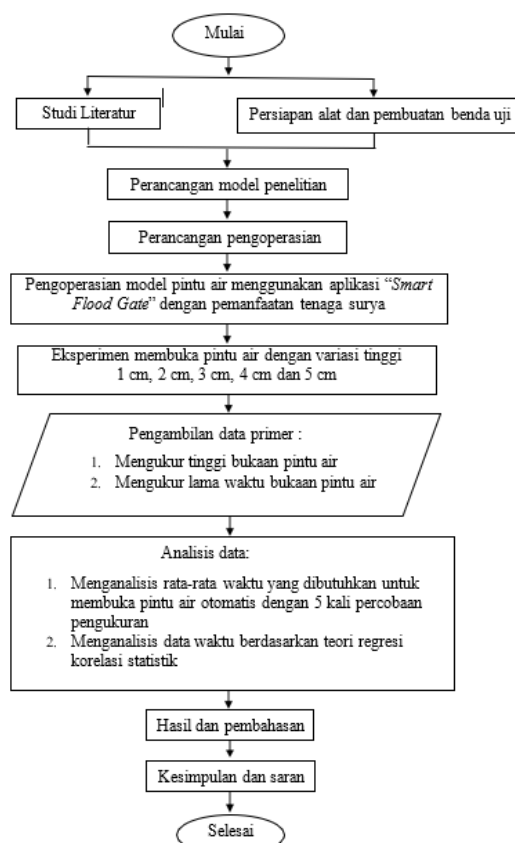
Gambar 1 Lokasi Penelitian
(Sumber: Penulis, 2025)

Merujuk pada perumusan masalah yang telah ditetapkan maka jenis data yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi hal-hal sebagai berikut:

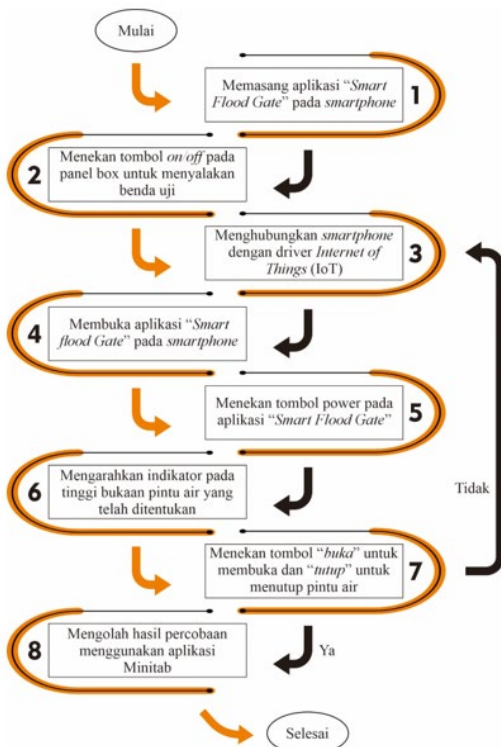
- Gambar rencana saluran irigasi untuk penempatan pintu air modular.
- Gambar rencana pintu air modular.

3.2 Langkah Studi

Adapun langkah studi dalam pengujian desain modular pintu air berbasis *Internet of Things (IoT)* ini dapat dilihat pada bagan alir di bawah ini:



Gambar 2 Bagan Alir Penelitian
(Sumber: Penulis, 2025)



Gambar 3 Bagan Alir Pengoperasian Pintu Air
(Sumber: Penulis, 2025)

4. PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Pengujian

Sebelum implementasi di lapangan, dilakukan pengujian untuk mengevaluasi kinerja sistem instalasi bukaan pintu air irigasi otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT). Pengujian ini dilakukan di lingkungan laboratorium dengan beberapa komponen utama, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Miniatur Saluran Irigasi

Saluran yang digunakan dalam pengujian ini adalah saluran u-ditch. Saluran ini dipilih karena memiliki kestabilan struktur yang baik, kemudahan pemasangan, dan efisiensi dalam mengalirkan air. Selain itu, desain u-ditch sangat umum digunakan pada sistem irigasi modern, drainase kota, dan saluran air di daerah pertanian.

2. Miniatur Pintu Air Otomatis

Pintu air dibuat dari akrilik atau PVC dan dirancang agar sesuai dengan dimensi saluran. Mekanisme bukaan pintu digerakkan oleh motor stepper yang dikendalikan secara otomatis berdasarkan data sensor dan juga secara manual melalui jaringan internet.

3. Sistem Kendali Berbasis Internet of Things (IoT)

Unit mikrokontroler ESP32 dipilih sebagai pusat kendali utama dalam sistem ini karena dilengkapi dengan modul WiFi internal serta memiliki kapasitas pemrosesan yang andal. Perangkat ini dikonfigurasi agar dapat terintegrasi dengan aplikasi *Smart Flood Gate* memungkinkan pengguna untuk melakukan pemantauan dan pengendalian sistem secara remote melalui perangkat telepon pintar.

4. Sumber daya panel surya

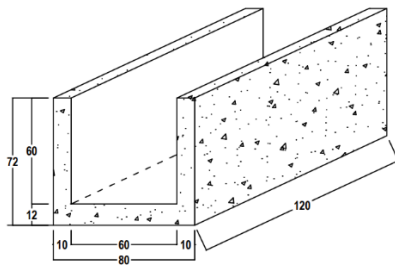
Sistem pengendalian pintu air irigasi otomatis pada pengujian ini menggunakan panel surya sebagai sumber daya utama. Penggunaan energi surya bertujuan untuk menciptakan sistem yang mandiri, hemat energi dan ramah lingkungan.

Sehingga cocok untuk diterapkan di daerah irigasi yang tidak terjangkau jaringan listrik konvensional.

4.2 Dimensi Saluran Irigasi

Saluran yang digunakan dalam implementasi desain modular ini adalah saluran berbentuk u-ditch dengan ukuran dan detail sebagai berikut:

- Tinggi saluran = 72 cm
- Lebar saluran = 80 cm
- Panjang saluran = 120 cm
- Tebal dinding = 10 cm



Gambar 4 Saluran U-ditch

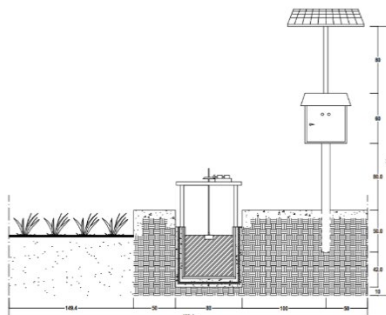
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2025)

4.3 Dimensi Pintu Air

Pintu air yang digunakan dalam desain modular ini dirancang untuk disesuaikan dengan ukuran standar saluran irigasi sekunder di lapangan. Pintu air ini terbuat dari besi anti karat agar kuat yang memiliki dimensi sebagai berikut:

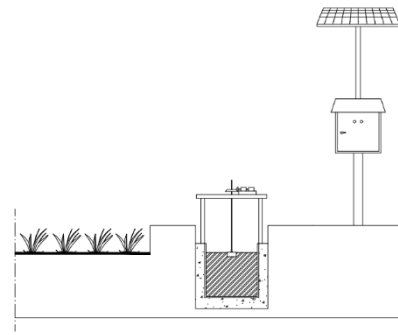
- Tinggi pintu air = 50 cm
- Lebar atas pintu air = 60 cm
- Lebar bawah pintu air = 60 cm
- Tebal bahan pintu air = 1 cm

Pintu dirancang agar dapat menutup seluruh bukaan saluran dengan celah minimum untuk mencegah kebocoran air dan dapat berfungsi dengan baik.

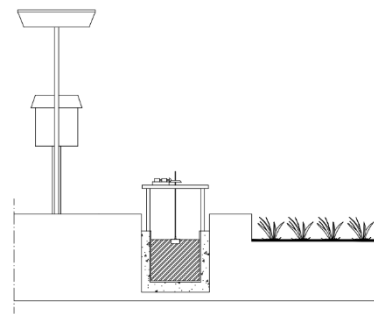


Gambar 5 Rencana Implementasi Pintu Air

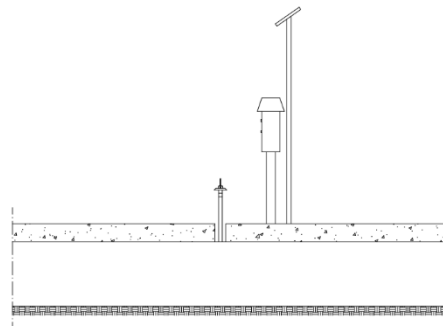
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2025)



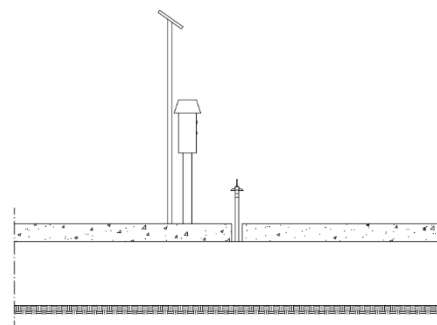
Gambar 6 Tampak Depan
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2025)



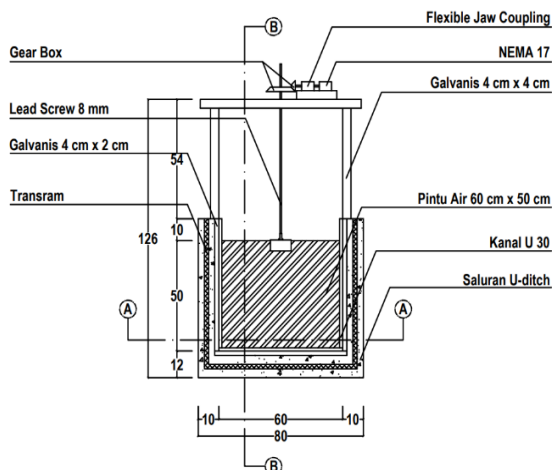
Gambar 7 Tampak Belakang
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2025)



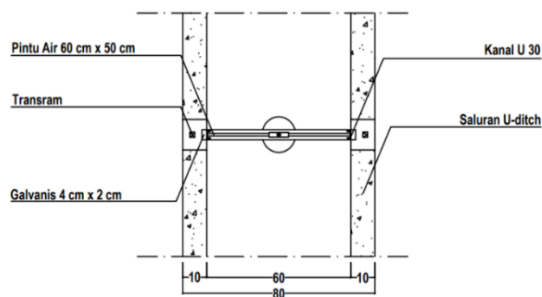
Gambar 8 Tampak Samping Kanan
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2025)



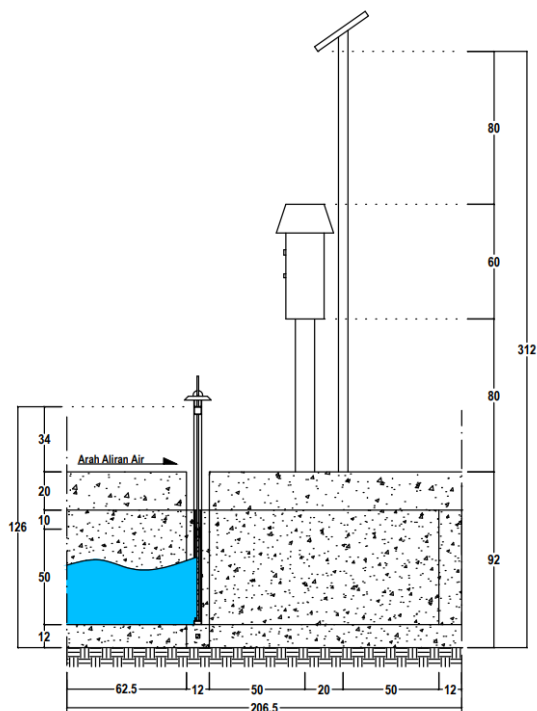
Gambar 9 Tampak Samping Kiri
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2025)



Gambar 10 Detail Pintu Air
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2025)



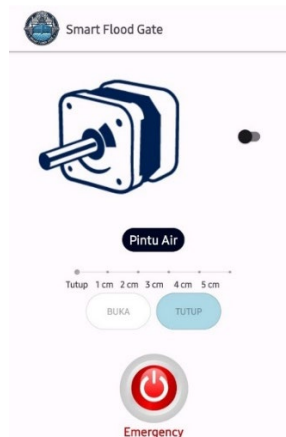
Gambar 11 Potongan A-A Pintu Air
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2025)



Gambar 12 Potongan B-B Pintu Air
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2025)

4.4 Mekanisme Pengendalian Pintu Air Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT) Dengan Menggunakan Tenaga Surya

1. Sumber Daya Tenaga Surya
Panel surya berperan sebagai sumber energi listrik utama dalam sistem, di mana daya yang dihasilkan disalurkan dan disimpan ke dalam baterai lithium-ion bertegangan 12V melalui pengatur pengisian daya (*solar charge controller*). Energi yang tersimpan tersebut kemudian dimanfaatkan untuk mengoperasikan unit mikrokontroler ESP32 sebagai komponen pengendali utama.
2. Mekanisme Otomatisasi
Driver ESP32 mendapatkan pasokan energi dari baterai sehingga memungkinkan ESP32 untuk aktif. Setelah ESP32 aktif menyala maka akan secara otomatis terhubung ke jaringan internet melalui koneksi WiFi yang disediakan oleh router. Dengan konektifitas ini, ESP32 dapat menerima perintah jarak jauh dari *smartphone* sehingga dapat menggerakkan motor stepper untuk membuka atau menutup pintu air.
3. Kontrol Jarak Jauh
Aplikasi yang digunakan sebagai antarmuka atau penghubung antara *smartphone* dengan sistem *Intenet of Things* (IoT) dalam penelitian ini adalah aplikasi *Smart Flood Gate*. Aplikasi ini berfungsi untuk mengirim dan menerima data secara *real-time* antara pengguna dengan perangkat IoT seperti pengendali pintu air otomatis.



Gambar 13 Tampilan Aplikasi *Smart Flood Gate*
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2025)

Keterangan :

a. Tombol On/Off

Berfungsi untuk menghidupkan atau mematikan sistem kendali otomatis pintu air.

b. Slide Bar Ukuran Buka-an Pintu

Berfungsi untuk mengatur tingkat buka-an pintu air secara manual dalam bentuk centimeter (cm).

c. Tombol Buka

Berfungsi untuk membuka pintu air sesuai dengan posisi ukuran pada slide bar.

d. Tombol Tutup

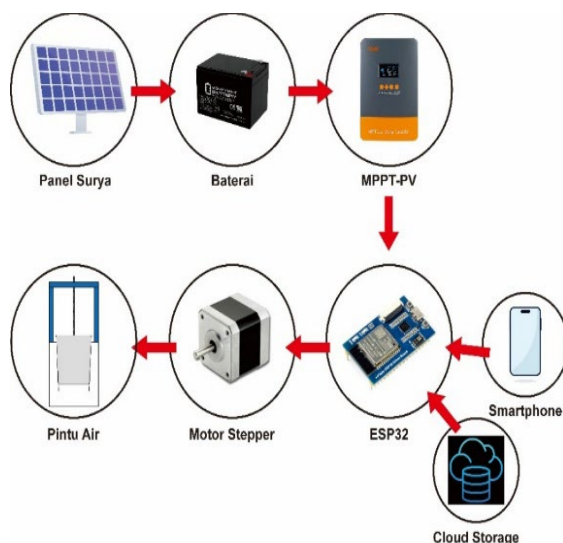
Tombol ini berfungsi untuk menutup pintu air sesuai dengan posisi ukuran pada slide bar.

e. Tombol Emergency

Apabila terjadi kesalahan pada saat pengoperasian, maka tombol ini dapat ditekan agar motor stepper dapat berhenti secara paksa dan proses pengoperasian dapat secara langsung berhenti.

4. Keamanan dan Efisiensi Energi

Sistem ini diharapkan mampu beroperasi secara stabil tanpa gangguan listrik eksternal karena menggunakan sumber daya mandiri dari panel surya, serta dilengkapi dengan pengendalian jarak jauh yang memungkinkan pengguna melakukan pemantauan dan kontrol secara real-time.



Gambar 14 Alur Kinerja Sistem Pintu Air Otomatis

(Sumber: Dokumen Pribadi, 2025)

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Saluran irigasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah saluran berbentuk u-ditch dengan ukuran tinggi saluran 72 cm, lebar saluran 80 cm, dan tebal dinding saluran 10 cm.
2. Desain modular pintu air menggunakan bahan besi anti karat dengan ketebalan 1 cm dan memiliki ukuran panjang pintu air 60 cm dan tinggi pintu air 50 cm.

5.2 Saran

1. Sistem yang telah diuji di laboratorium ini masih bersifat simulatif. Oleh karena itu, disarankan untuk melakukan pengembangan dan uji coba lebih lanjut di lapangan agar dapat disesuaikan dengan kondisi lingkungan irigasi yang sebenarnya seperti cuaca, kualitas sinyal internet, serta debit yang bervariasi.
2. Pada lahan sesungguhnya, teknologi pintu air otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) cocok diterapkan pada saluran irigasi sekunder yang bersifat permanen dan dapat memberikan kestabilan dalam pemasangan semua komponen pintu air otomatis.
3. Teknologi pintu air otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) cenderung membutuhkan biaya yang relatif tinggi untuk segala proses persiapannya. Dimulai dari penyiapan alat hingga mekanisme menghubungkan aplikasi dengan server agar pintu air otomatis dapat terbuka.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. W. Anggraini, E. Noerhayati, and B. Suprpto, "OPTIMASI PEMBERIAN AIR DAERAH IRIGASI DELTA BRANTAS SALURAN SEKUNDER KREMBUNG KABUPATEN SIDOARJO".
- [2] R. C. Andrian, E. Noerhayati, and B. Suprpto, "Pengoperasian Pintu Air Irigasi Otomatis Berbasis IoT Pada Perencanaan Pola Tata Tanam Di Kecamatan Tumpang - Malang".
- [3] C. D. Alel and A. Aswardi, "Rancang Bangun Buka Tutup Pintu Air Otomatis Pada Irigasi Sawah Berbasis Arduino Dan Monitoring Menggunakan Android," *JTEV*, vol. 6, no. 1, p. 167, Feb. 2020, doi: 10.24036/jtev.v6i1.107924.
- [4] E. Noerhayati, A. Rahmawati, and S. Y. Wahyudi, "WATER SPREAD TEST ON IOT (Internet of

- Things) BASED AUTOMATIC IRRIGATION SYSTEM," *JICE*, vol. 1, no. 1, p. 1, Nov. 2020, doi: 10.33474/jice.v1i1.9057.
- [5] E. Noerhayati *et al.*, "Pengoprasian dan pemeliharaan pintu air irigasi berbasis IoT aplikasi BLYNK," 2023.
- [6] S. Villamil, C. Hernandez, and G. Tarazona, "An overview of internet of things," *TELKOMNIKA*, vol. 18, no. 5, p. 2320, Oct. 2020, doi: 10.12928/telkomnika.v18i5.15911.
- [7] A. Rahmawati and B. Suprpto, "PERBAIKAN KUALITAS AIR IRIGASI TERKONTAMINASI DENGAN TEKNOLOGI FITOREMEDIASI BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS)".
- [8] J. Pastuszak and P. Węgierek, "Photovoltaic Cell Generations and Current Research Directions for Their Development," *Materials*, vol. 15, no. 16, p. 5542, Aug. 2022, doi: 10.3390/ma15165542.