

Perancangan Prototype Sistem Pengaturan Pintu Air Otomatis Pada Bendungan Alue Ubay Paya Bakong Aceh Utara Berbasis Internet Of Things

Munawir Agil Al Rahman¹, Aidi Finawan², Arsy Febrina Dewi³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jln. B. Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

¹munawiragilar@gmail.com

²aidifinawan@pnl.ac.id (penulis korespondensi)

³arsyfebrinadw@pnl.ac.id

Abstrak—Pengelolaan bendungan yang efisien dan tepat waktu sangat penting untuk mencegah banjir dan mengatur distribusi air secara optimal. Pada penelitian ini, dirancang sebuah prototype sistem pengaturan pintu air otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang diterapkan pada Bendungan Alue Ubay, Paya Bakong, Aceh Utara. Sistem ini dirancang untuk memonitor dan mengendalikan ketinggian air secara real-time, serta mengatur buka-tutup pintu air secara otomatis. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor ultrasonik, serta modul relay yang dapat dikendalikan melalui aplikasi Blynk. Pengujian menunjukkan sistem dapat berfungsi dengan baik dalam mengatur pintu air dengan error pengukuran yang rendah. Integrasi IoT memungkinkan pemantauan real-time dan notifikasi status pintu air serta ketinggian air. Prototype ini dapat menjadi solusi efektif untuk mengelola pengairan air ke sawah dan mencegah banjir dengan pengelolaan sumber daya air yang lebih efisien dan responsif. Implementasi teknologi ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan sumber daya air dan mengurangi risiko banjir di wilayah tersebut.

Kata kunci—Pintu Air Otomatis, Internet of Things, Blynk, Sensor Ultrasonik, Pengendalian Banjir

Abstract—Efficient and timely dam management is crucial to preventing floods and optimizing water distribution. In this study, a prototype of an automatic sluice gate control system based on the Internet of Things (IoT) was designed and applied to the Alue Ubay Dam, Paya Bakong, North Aceh. The system is designed to monitor and control water levels in real-time and automatically manage the opening and closing of the sluice gates. This system uses an ESP32 microcontroller, an ultrasonic sensor, and a relay module controlled via the Blynk application. Testing showed that the system functions well in controlling the sluice gates with low measurement error. The IoT integration allows for real-time monitoring and notifications of gate status and water levels. This prototype can be an effective solution for managing irrigation to rice fields and preventing floods by improving water resource management efficiency and responsiveness. The implementation of this technology is expected to enhance water resource management efficiency and reduce flood risks in the area.

Keywords— Automatic Sluice Gate, Internet of Things, Blynk, Ultrasonic Sensor, Flood Control

I. PENDAHULUAN

Bendungan Alue Ubay di Paya Bakong memiliki peran penting bagi masyarakat setempat, terutama dalam pengelolaan sumber daya air dan mitigasi banjir. Berdasarkan informasi yang diperoleh, bendungan ini dirancang untuk mengairi lahan pertanian seluas 2.743 hektare di Alue Ubay dan 6.677 hektare di Pase Kanan, sehingga mendukung intensifikasi dan ekstensifikasi irigasi [1]. Selain itu, bendungan ini juga berfungsi sebagai penyedia air baku dengan kapasitas 0,5 meter kubik per detik [1]. Keberadaan Bendungan Alue Ubay tidak hanya memberikan manfaat langsung dalam hal irigasi dan penyediaan air, tetapi juga berkontribusi pada peningkatan ketahanan masyarakat terhadap bencana banjir.

Meskipun keberadaan Bendungan Alue Ubay memberikan harapan dalam mengatasi masalah banjir di Aceh Utara, sistem operasional bendungan ini masih bergantung pada metode manual untuk pengecekan ketinggian air dan pengaturan buka-tutup pintu air. Hal ini menimbulkan tantangan tersendiri dalam hal efisiensi dan keselamatan pengelolaan bendungan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem otomasi pengendalian pintu air dan sistem monitoring level air berbasis Internet of Things (IoT). Dengan penerapan teknologi ini, diharapkan pengelolaan bendungan dapat dilakukan secara lebih efisien dan aman, serta memudahkan pengguna dalam memantau kondisi air melalui perangkat mobile.

Penelitian ini akan membahas beberapa aspek penting, termasuk perancangan sistem otomasi untuk pengendalian pintu air dan pemantauan level air serta status buka-tutup pintu air bendungan. Dengan demikian, prototype yang dihasilkan tidak hanya akan memberikan manfaat bagi pengelolaan sumber daya air tetapi juga dapat berkontribusi dalam pencegahan banjir yang sering melanda daerah tersebut. Melalui pendekatan berbasis teknologi modern ini, diharapkan dapat meningkatkan kualitas hidup masyarakat Paya Bakong dengan mengurangi risiko bencana akibat banjir.

Penelitian tentang otomasi bendungan telah dilakukan oleh berbagai peneliti dengan pendekatan dan teknologi yang berbeda. Safrudin Budi Utomo mengembangkan prototype pintu bendungan otomatis berbasis mikrokontroler ATMEGA 16 dengan sensor ketinggian air dan motor DC [2]. Zuly Budiarmo dan Eddy Nurraharjo menekankan pentingnya sensor kuantitatif untuk pemantauan ketinggian air yang lebih akurat. [3]. Muhammad Rosyid Alfatah meneliti otomasi pintu bendungan berbasis real-time untuk mendeteksi ketinggian air [4]. Achmad Muzakky dan tim merancang sistem deteksi banjir berbasis IoT dengan sensor air dan Node MCU ESP8266 yang mengirim notifikasi ke smartphone. [5]. Berbagai penelitian dan pengembangan teknologi otomasi dan IoT dalam manajemen bendungan dan deteksi banjir menunjukkan pentingnya sistem real-time dan sensor yang akurat dalam pengelolaan air serta mitigasi bencana.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Studi kelayakan

Pengumpulan data dasar dilaksanakan melalui beberapa metode, yaitu observasi lapangan, wawancara dengan petugas pengatur pintu, serta Dinas PUPR yang membidangi pengairan. Beberapa hal yang ditemukan pada kegiatan observasi lapangan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil observasi pintu air

No	Uraian	Situasi/Kondisi
1	Jarak jaringan listrik PLN 220V/380V ke pintu air	30 meter
2	Jumlah pintu air mengarah ke sungai (pintu1 dan pintu2)	2 unit
3	Jumlah pintu air mengarah ke irigasi (pintu3)	1 unit
4	Mode Pengoperasian pintu air	manual
5	Jumlah operator pintu air	3 orang
6	Tinggi bendungan	12 meter
7	Ukuran pintu air	4 x 2,8 meter
8	Type mercu pintu air	bulat
9	Luas sawah yang dialiri	4144 Ha

Fasilitas jaringan listrik di sekitar pintu air Alue Ubay sudah tersedia, yaitu jaringan PLN 220V/360V, seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Hal ini diperlukan untuk memastikan ketersediaan sumber listrik dalam rancangan ini.



Gambar 1. Fasilitas jaringan Listrik PLN

Pengaturan buka tutup ketiga pintu air pada bendungan Alue Ubay didasarkan pada level air sungai seperti ditunjukkan pada Tabel 2. Perlakuan ketiga pintu air bendungan secara otomatis. Pada saat level air 0 – 50% keadaan semua pintu tertutup. Pada saat level air 50 – 70% maka pintu 1 (mengarah ke sungai) dan pintu 3 (mengarah ke irigasi) terbuka. Dan pada saat level air >70% keadaan semua pintu terbuka.

Tabel 2 Operasional buka tutup pintu air

Level air sungai (%)	Kondisi Pintu 1	Kondisi pintu 2	Kondisi pintu 3
0-50	Tutup	Tutup	Tutup
50-70	Buka	Tutup	buka
> 70	Buka	Buka	buka

Operasional pintu 3 adalah berdasarkan kebutuhan irigasi pertanian sawah seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Operasional Pintu 3

Kebutuhan air untuk Sawah	Kondisi pintu 3
---------------------------	-----------------

Masa tanam	buka
Musim panen	Tutup
Pemeliharaan jaringan irigasi	Tutup

Bentuk bendungan Alue Ubay adalah seperti ditunjukkan pada Gambar 2 sebagai tampak samping.



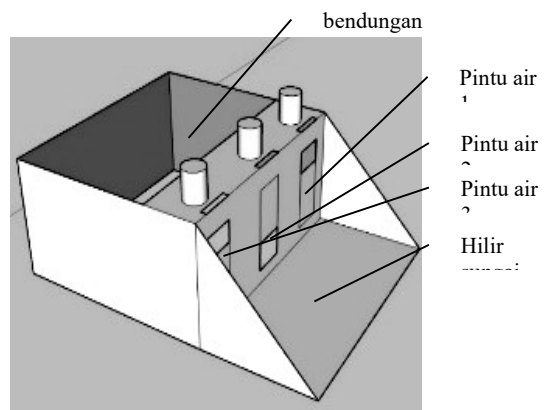
Gambar 2. Pintu Bendungan Alue Ubay tampak samping

B. Perancangan Mekanik

Pada perancangan mekanik ini akan ditampilkan perancangan sistem keseluruhan. Untuk menghitung daya motor yang diperlukan untuk penggerak pintu air bendungan, perlu mempertimbangkan beberapa faktor utama: beban yang harus diangkat, kecepatan pengoperasian, efisiensi sistem, dan faktor lainnya. Berikut adalah langkah-langkah umumnya:

- Menentukan beban pintu air
- Menghitung gaya yang ditentukan
- Menentukan kecepatan pengoperasian
- Menghitung kekuatan atau tenaga (power)
- Efisiensi motor
- Motor yang sesuai

Gambar 3 memperlihatkan tampilan samping dari sistem pengaturan pintu air. Dalam Gambar ini, terlihat bagaimana tata letak komponen. Penempatan ini dirancang untuk efisiensi ruang.



Gambar 3. Bentuk prototype pintu air

C. Perancangan Rangkaian Elektronik

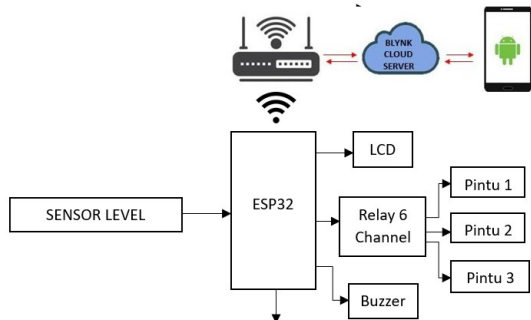
Rangkaian elektronik dirancang berdasarkan kebutuhan port mikrokontroler yang dialokasikan seperti ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Alokasi Alamat Input dan Output ESP 32

Pin	Modul/sensor	Fungsi
14	Relay 5	Output
16	Relay 1	Output

17	Relay 2	Output
22	Relay 6	Output
25	Relay 4	Output
26	Relay 3	Output
18	Sinyal Echo Ultrasonik	Output
35	Sinyal Ultrasonik	Input
21	SCL	Output
22	SDA	Input/output
23	Buzzer	Output

Rangkaian elektronik sistem pengaturan pintu air pada bendungan Alue Ubay dirancang seperti blok diagram pada Gambar 4. Sistem ini dirancang terintegrasi dengan berbagai sensor dan aktuator. Sistem ini memungkinkan kontrol jarak jauh atau otomatis berdasarkan level air dan kondisi lainnya.

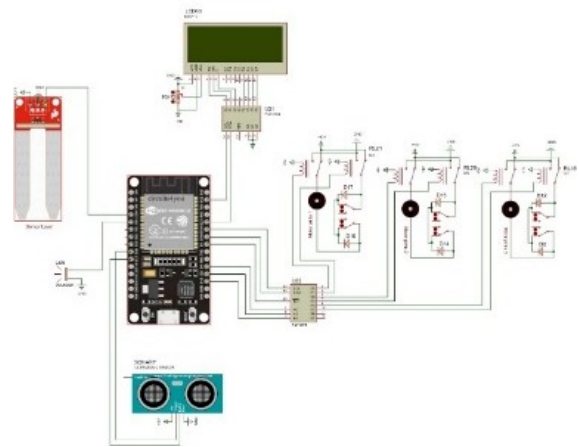


Gambar 4. Blok diagram sistem kontrol pintu air

Aplikasi Blynk digunakan untuk memungkinkan system ini dapat dipantau dan dikendalikan manual secara jarak jauh. Aplikasi Blynk diterapkan untuk mengintegrasikan system pintu air dengan internet atau internet of things. Pintu air yang sebelumnya dioperasikan secara manual kini dapat dipantau dan dioperasikan secara otomatis menggunakan sensor ultrasonik sebagai sensor water level untuk mengontrol ketinggian air di bendungan. Sensor ini mengukur ketinggian air dengan memancarkan gelombang ke permukaan air, dan gelombang yang dipantulkan kembali digunakan untuk menentukan ketinggian air. Selain itu, notifikasi otomatis akan dikirim ke smartphone ketika air mencapai ambang batas atau terjadi banjir.

Gambar 5 menunjukkan diagram rangkaian sistem otomatisasi pintu air bendungan Alue Ubay yang memanfaatkan mikrokontroler ESP8266 sebagai pusat pengendalian. Terhubung dengan beberapa sensor, seperti sensor ultrasonik dan sensor level air, mikrokontroler ini mengumpulkan data ketinggian air untuk memantau kondisi lingkungan. Data yang diperoleh dari sensor ini kemudian diolah dan ditampilkan melalui layar LCD, yang memudahkan pengguna untuk memantau status sistem secara real-time.

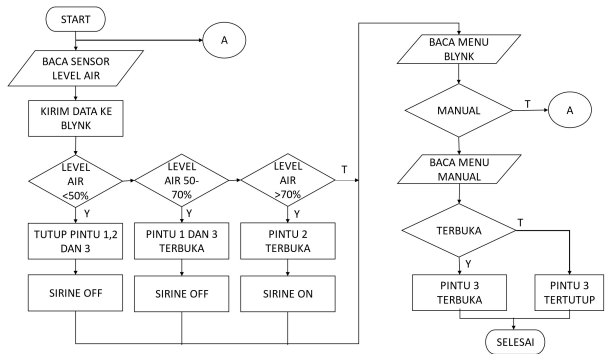
Selain itu, rangkaian ini juga dilengkapi dengan komponen motor dan relay yang berfungsi untuk menggerakkan aktuator, seperti membuka atau menutup pintu air, sesuai dengan data yang diterima dari sensor. Kombinasi sensor, mikrokontroler, dan komponen aktuator dalam diagram ini memungkinkan sistem untuk beroperasi secara otomatis tanpa memerlukan intervensi manual, memberikan solusi yang efisien untuk pengelolaan sumber daya air atau aplikasi serupa.



Gambar 5 Rangkaian elektronik pengaturan pintu air

D. Perancangan Software

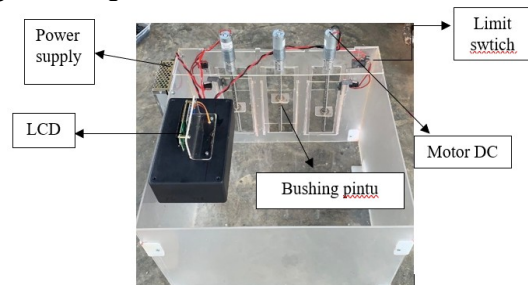
Algoritma sistem pengontrolan pintu air disusun berdasarkan tahapan atau prinsip kerja modul pengaturan pintu air otomatis dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Flowchart Pengaturan Pintu Air

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Prototype yang dihasilkan adalah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7. Prototype ini terdiri dari tiga pintu air, yaitu 2 pintu yang mengarah langsung ke sungai dan 1 pintu mengarah ke irigasi.



Gambar 7 Prototipe pengontrolan pintu air

Pengujian setiap komponen dilakukan untuk menunjukkan bahwa komponen diuji sesuai dengan fungsi dan tujuan penggunaan. Hasil pengujian komponen ditunjukkan seperti pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Pengujian Komponen

No	Komponen	Deskripsi	Hasil yang diharapkan	Hasil
1	ESP 32	Memverifikasi bahwa ESP32 dapat berfungsi dengan mengaktifkan wifi ESP32 dapat dilihat pada serial monitor	Wifi dapat terhubung ke jaringan dengan melihat status koneksi pada serial monitor Arduino IDE	Berfungsi
2	Sensor Ultrasonik	Memverifikasi bahwa sensor ultrasonik dapat terhubung ke ESP32 dan mendeteksi nilai ketinggian air	Sensor dapat terhubung ke ESP32 dan mendeteksi nilai kondisi ketinggian air	Berfungsi
3	Motor DC	Memverifikasi bahwa motor DC dapat terhubung ke ESP32 dan dapat berfungsi (naik dan turun)	Motor DC dapat terhubung ke SP32 dan dapat naik turun sesuai perintah yang didapatkan	Berfungsi
4	Limit switch	Memverifikasi mengontrol gerakan buka-tutup pintu air agar tidak melebihi batas tertentu	Limit switch berfungsi untuk mengontrol gerakanbuka-tutup pintu air agar tidak melebihi batas tertentu sesuai perintah yang didapatkan	Berfungsi
5	Relay	Memverifikasi modul relay dapat terhubung ke ESP32 dan berfungsi (aktif dan mati)	Modul relay dapat terhubung ke ESP32 dan dapat aktif dan nonaktif sesuai dengan perintah yang didapatkan	berfungsi

A. Pengujian sensor level air

Pengujian sensor dilakukan untuk mengevaluasi kinerja dan akurasi sensor dalam mengukur ketinggian air pada sampel. Saluran sungai yang dianalogikan pada prototype yang dihasilkan memiliki ketinggian 25 cm. Sedangkan ketinggian yang mewakili 100% adalah berada pada 20 cm.

Pengujian dilakukan dengan membandingkan antara level air (dalam Persentase) yang diukur menggunakan mistar (dalam cm) dan pengukuran yang ditampilkan pada LCD (dalam cm). Hasil pengujian menunjukkan bahwa tingkat kesalahan rata-rata dari sensor level air mencapai 0,61. Tabel ini juga menunjukkan notifikasi yang dikirim ke aplikasi Blynk untuk menunjukkan level air tertentu.

Tabel 6 Data Pengukuran Sensor Level

Level air (%)	Level dengan mistar (cm)	Level tampilan LCD (cm)	Error relatif	Notifikasi Blynk
0	0	3.03	3.03	"Level rendah"
10	2	3.13	1.13	
20	4	4.3	0.3	
30	6	6.5	0.5	
40	8	8.11	0.11	notifikasi tidak muncul
50	10	10.3	0.3	
60	12	12.14	0.14	
70	14	14.1	0.1	"Level Tinggi"
80	16	16.3	0.3	
90	18	18.5	0.5	
100	20	20.3	0.3	
Rata-rata error			0.61	

Tabel 6 menunjukkan data mengenai level air (%) beserta perhitungan jarak dengan sensor ultrasonik dan notifikasi pada aplikasi Blynk. Pada level air 0-40%, level rendah dicatat, dan jarak dengan sensor semakin berkurang seiring peningkatan level air. Pada 50% ke atas, jarak antara air dan sensor mulai menurun drastis, menunjukkan peningkatan volume air yang signifikan. Notifikasi "Level Tinggi" muncul ketika level air mencapai 90%, memberikan peringatan bahaya. Pada level air di bawah 50%, notifikasi tidak muncul, sedangkan pada level 0-40%, notifikasi menunjukkan kondisi air "rendah", membantu pengguna untuk memantau level air secara efektif.

B. Pengujian Buka Tutup Pintu Air

Pengujian buka tutup pintu air adalah berdasarkan mekanik diharapkan dapat diterapkan dengan benar dan tepat pada pintu bendungan. Adapun data pengujian buka pintu air ditunjukkan pada Tabel 7.

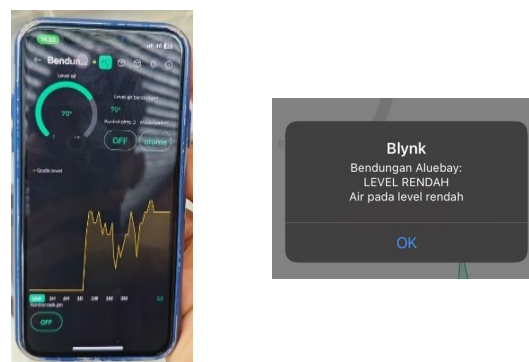
Tabel 7 Hasil Pengujian Buka-Tutup Pintu Air

Level (%)	Kondisi pintu 1	Kondisi pintu 2	Kondisi pintu 3
0	tertutup	tertutup	tertutup
10	tertutup	tertutup	tertutup
20	tertutup	tertutup	tertutup
30	tertutup	tertutup	tertutup
40	tertutup	tertutup	tertutup
50	tertutup	tertutup	tertutup
60	terbuka	tertutup	terbuka
70	terbuka	tertutup	terbuka
80	terbuka	terbuka	terbuka
90	terbuka	terbuka	terbuka
100	terbuka	terbuka	terbuka

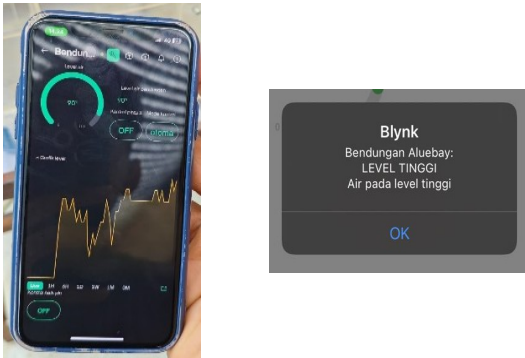
Hasil pengujian ini menunjukkan hubungan antara level air (%) dengan kondisi buka-tutup tiga pintu air. Pada level air hingga 50%, semua pintu air tetap tertutup. Namun, saat level air mencapai 60%, pintu 1 mulai terbuka, sedangkan pintu 2 dan 3 masih tertutup. Pada level 70% hingga 100%, ketiga pintu air sudah terbuka sepenuhnya. Ini menunjukkan bahwa sistem pengaturan pintu air didesain untuk secara bertahap membuka pintu seiring dengan peningkatan level air, dimulai dari pintu 1, diikuti oleh pintu 2 dan 3 pada level yang lebih tinggi, untuk mencegah terjadinya luapan air atau banjir.

C. Pengujian Internet of Things

Level air pada saluran air prototype dibaca oleh sensor dan ditampilkan pada LCD. Data level air ini juga dikirim ke aplikasi Blynk yang ditunjukkan dalam bentuk sebuah gauge yang menunjukkan besaran level air. Selain itu sistem ini juga dapat mengirim notifikasi ke aplikasi Blynk dalam notasi "Level Rendah" dan "Level Tinggi". Tampilan notifikasi pada Blynk dapat dilihat pada Gambar 9 dan Gambar 10.



Gambar 8. Tampilan Level Air 70% dan Notifikasi level rendah



Gambar 9. Tampilan Level Air 90% dan Notifikasi Level Tinggi

IV. KESIMPULAN

Sistem pengaturan pintu air otomatis pada bendungan Alue Ubay dapat disimulasikan dengan Prototype yang telah dibuat. Sistem pengontrolan pintu air ini dapat beroperasi secara otomatis dan secara manual menggunakan smartphone yang terhubung ke internet melalui aplikasi Blynk. Berdasarkan hasil pengembangan sistem dan pengujiannya diperoleh, IoT potensial sebagai media monitoring level air dan sebagai

system peringatan dini terhadap banjir. Sistem ini dapat menyajikan informasi berupa level air dan notifikasi status level air.

V. REFERENSI

- [1] Info Aceh Utara. (2024). Pj Gubernur Aceh Tinjau Progres Pembangunan Bendungan Keureuto, Agustus 2024 Bakal Diresmikan Presiden Jokowi. [Online]. Available: <https://infoacehutara.com/news/pj-gubernur-aceh-tinjau-progres-pembangunan-bendungan-keureuto-agustus-2024-bakal-diresmikan-presiden-jokowi/>
- [2] Utomo, Safrudin Budi., Dwi , Hartanto (2012) *Prototipe Pintu Bendungan Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega 16*. Universitas Negeri Yogyakarta
- [3] Budiarmo, Zuly., Eddy Nurraharjo. (2022). "Sistem Monitoring Tingkat Ketinggian Air Bendungan Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal Teknologi*, Volume 15, Nomor 2, Juni 2022, halaman 87-95.
- [4] Ramadhan, Tryan Fitra., Wahyu Triono. (2020). Sistem Monitoring Ketinggian Air Dan Pengendalian Pintu Air Berbasis Microcontroller Nodocode Mcu Esp8266. *Jurnal FIKI* Volume X, No. 2, Agustus 2020.
- [5] Muzakky, Achmad., Dkk. (2018). Perancangan Sistem Deteksi Banjir Berbasis IoT. *Prosiding: CIASTECH 2018*, Universitas Widyagama Malang, 12 September 2018. ISSN Online : 2622-1284