

Sistem Monitoring dan Kontrol Tegangan PLTA Berbasis *Internet Of Things* (IoT)

Novani Jumisa^{1*}, Putra Jaya²

^{1,2,3,4}Universitas Negeri Padang, Indonesia

Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus UNP, Air Tawar Padang, Indonesia

*Corresponding author e-mail: novanisaja1234@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah sistem kontrol tegangan secara otomatis dan sistem monitoring ketinggian air dan nilai tegangan pada pembangkit listrik tenaga air (PLTA) yang dapat dimonitoring dari jarak jauh. Saat ini sistem kontrol dan monitoring pada PLTA dilakukan dari ruang kontrol, dengan sistem ini pengontrolan tegangan dilakukan secara otomatis dan monitoring tegangan dan ketinggian air dapat dilakukan diluar ruang kontrol dengan memanfaatkan *Internet of Things* (IoT). Sistem ini dibuat menggunakan metode waterfal dengan tahapan *Analysis* (Analisis), *Design* (Perancangan), *Implementation* (Penerapan), *Testing* (Pengujian), dan *Maintenance* (Pemeliharaan). Sistem kontrol tegangan bekerja berdasarkan debit air yang mengalir pada turbin untuk menggerakkan Motor Dc yang digunakan sebagai generator pembangkit tegangan, nilai tegangan yang dibangkitkan akan diproses oleh mikrokontroler Arduino Uno untuk mengatur bukaan pintu air. Saat tegangan yang dibangkitkan oleh generator melebihi batas normal, maka pintu air akan otomatis menutup dan akan terbuka kembali saat tegangan yang dibangkitkan kembali normal. Untuk sistem monitoring, hasil dari pembacaan ketinggian air oleh sensor Ultrasonik dan nilai tegangan akan dikirim ke *web* Thinger.io yang digunakan sebagai IoT. Hasil pengujian menunjukkan sistem kontrol tegangan dapat bekerja secara otomatis, nilai tegangan dan ketinggian air dapat dimonitoring dari *web* Thinger.io.

Kata kunci: Kontrol, Monitoring, *Internet of Things* (IoT), Thinger.io, ESP8266, PLTA, Driver Motor Uln2003, Arduino Uno.

ABSTRACT

This study aims to produce an automatic voltage control system and monitoring system for water level and voltage values in hydroelectric power plants (PLTA) that can be remotely monitored. Currently the control and monitoring systems for hydropower plants are carried out from the control room. With this system, voltage control is carried out automatically and monitoring of voltage and water level can be carried out outside the control room by utilizing the Internet of Things (IoT). This system was created using the waterfal method with the stages of Analysis, Design, Implementation, Testing, and Maintenance. The voltage control system works based on the discharge of water flowing in the turbine to drive the Dc motor which is used as a voltage generator, the generated voltage value will be processed by the Arduino Uno microcontroller to adjust the floodgate opening. When the voltage generated by the generator exceeds the normal limit, the floodgate will automatically close and will reopen when the generated voltage returns to normal. For the monitoring system, the results of reading the water level by the Ultrasonic sensor and the voltage value will be sent to the Thinger.io web which is used as an IoT. The test results show that the voltage control system can work automatically, the voltage value and water level can be monitored from the Thinger.io web.

Keywords: Control, Monitoring, *Internet of Things* (IoT), Thinger.io, ESP8266, PLTA, Uln2003 Motor Driver, Arduino Uno.

I. PENDAHULUAN

Pembangkit listrik tenaga air (PLTA) adalah pembangkit listrik yang memanfaatkan energi potensial air untuk menghasilkan energi listrik [1]. Penggunaan air sebagai sumber energi listrik mempunyai beberapa kendala, Salah satu kendala yang dihadapi pada PLTA adalah pengontrolan tegangan yang dibangkitkan oleh generator, tegangan yang dibangkitkan tidak selalu stabil karena dipengaruhi oleh kondisi debit air. Berdasarkan hal tersebut diperlukan sebuah sistem kontrol yang dapat mengontrol tegangan yang dibangkitkan pada PLTA.

Saat ini telah ada beberapa sistem yang dibuat untuk mengontrol tegangan pada PLTA. Pada penelitian oleh Afrizal Fitriandi dkk (2016) telah berhasil membuat alat dengan judul “Rancang Bangun Alat Monitoring Arus dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler dengan SMS Gateway”[2]. Penelitian ini membahas tentang monitoring arus dan tegangan dengan menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno. Penelitian lain oleh I Gede Suputra Widharma dkk (2021) telah berhasil membuat sistem kontrol dengan judul “Sistem Kontrol Terdistribusi Pada Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)” [3]. Pada penelitian ini membahas tentang pengontrolan buka tutup pintu air pada PLTA. Pengontrolan pintu air dapat dilakukan dari ruang kontrol dengan menggunakan sistem kontrol *Distributed Control System* (DCS).

Pembuatan Sistem ini merupakan suatu upaya menambah fungsi alat pada sistem yang sudah pernah dibuat sebelumnya. Sistem ini dibuat untuk mengontrol tegangan yang dibangkitkan generator secara otomatis, sistem ini juga dapat memonitoring tegangan, ketinggian air dan pada pembangkit listrik tenaga air (PLTA) dari jarak jauh dengan memanfaatkan *Internet of Things* (IoT).

Pada subsistem rangkaian proses dibentuk oleh Arduino Uno dan Esp8266. Arduino Uno digunakan sebagai Mikrokontroler yang mengatur cara kerja sistem yang digunakan untuk memproses data yang didapatkan pada subsistem rangkaian input yang digunakan untuk mengatur keluaran pada subsistem rangkaian output. Esp8266 digunakan sebagai modul untuk menghubungkan sistem dengan *Internet of Things* (IoT)[4].

Pada subsistem rangkaian output dibentuk oleh Motor Stepper dan Driver Motor Uln2003. Motor Stepper digunakan untuk menggerakkan pintu air. Driver Motor Uln2003 digunakan untuk mengatur putaran dari Motor Stepper, besar putaran dari Motor Stepper tergantung dari nilai tegangan yang dibangkitkan oleh Motor Dc, saat tegangan yang dibangkitkan oleh Motor Dc melebihi batas normal maka Motor Stepper akan menutup pintu air sampai nilai tegangan yang dibangkitkan kembali normal.

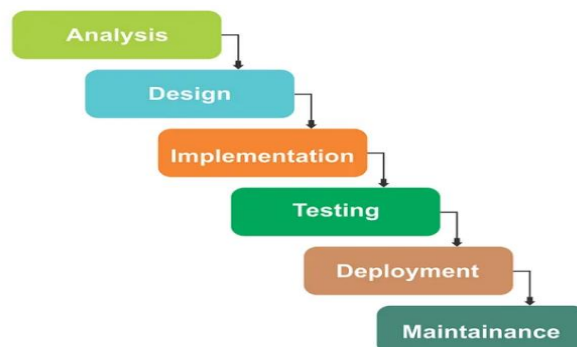
Sistem ini menggunakan *web* Thinger.io sebagai IoT, *Web* Thinger.io memberikan sorotan

cloud untuk menghubungkan perangkat terkait *web* lainnya. Thinger.io juga dapat menggambarkan pembacaan sensor sebagai nilai atau diagram [5]. Thinger.io membutuhkan koneksi internet agar dapat terhubung dengan jaringan internet. Pada sistem ini Thinger.io digunakan untuk monitoring ketinggian air, nilai tegangan dan tombol yang digunakan untuk memutuskan aliran listrik ke lampu Led.

Secara keseluruhan, perancangan sistem ini bertujuan untuk membuat sebuah sistem yang dapat mengontrol tegangan yang dibangkitkan generator PLTA secara otomatis dan mampu memonitoring nilai tegangan yang dibangkitkan dan ketinggian air dibendungan dengan memanfaatkan *web* Thinger.io. sistem ini juga dilengkapi dengan tombol *On/Off* yang digunakan untuk memutus aliran listrik ke konsumen saat kondisi darurat. Sistem ini diharapkan menjadi solusi dalam kontrol dan dan monitoring pada PLTA yang dapat mempermudah operator PLTA.

II. METODE PENGEMBANGAN

Dalam sistem monitoring dan kontrol tegangan PLTA berbasis *Intrernet of Things* (IoT) mengadopsi metode model waterfall, seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Metode Waterfall

Berdasarkan gambar 1. menggambarkan suatu sistem yang sistematis dan berurutan dalam membangun sebuah sistem, dimulai dari *Analysis*, *Design*, *Implementation*, *Testing*, *Deployment*, dan *Maintenance*. Sistem yang dihasilkan akan berkualitas baik, dikarenakan pelaksanaannya secara bertahap sehingga tidak terfokus pada tahapan tertentu. Pembuatan Sistem ini dibatasi sampai pada tahap *Testing*.

Analisis Kebutuhan Alat

Untuk menunjang perancangan sistem dalam sistem monitoring dan kontrol tegangan PLTA berbasis IoT didapatkan beberapa poin yang berkaitan dengan kontrol tagangan dan pengendalian pintu air yaitu:

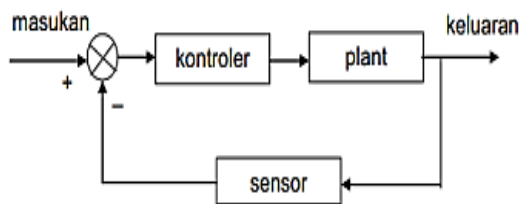
Pengendalian pintu air PLTA selama ini dilakukan secara manual, saat tegangan yang dibangkitkan oleh generator lebih dari batas normal, maka operator bendungan akan pergi ke bendungan untuk menutup pintu air, supaya tegangan yang

dibangkitkan kembali normal. Saat kondisi yang tidak mendukung hal tersebut dapat beresiko bagi operator bendungan, misalnya saat terjadi hujan dan banjir.

Sistem kendali pada PLTA yang dilakukan secara langsung juga membutuhkan waktu lebih lama, hal ini disebabkan oleh operator yang tidak ada dibendungan melainkan di pusat kontrol. Saat tegangan yang dibangkitkan melebihi batas normal, operator memerlukan waktu untuk sampai di bendungan. Berbeda dengan sistem kendali yang dilakukan secara otomatis, saat tegangan melebihi batas normal, maka pintu air akan otomatis tertutup dan terbuka kembali saat tegangan normal tanpa harus pergi ke bendungan terlebih dahulu.

Desain konseptual

Sistem kendali atau sistem kontrol adalah suatu sistem yang terdiri dari beberapa elemen sistem yang bertujuan untuk mengatur atau mengontrol suatu eksposisi untuk mendapatkan suatu besaran yang diinginkan. Perancangan alat dibuat menggunakan desain dalam bentuk sistem kontrol loop tertutup. Sistem kontrol loop tertutup (*Close-loop Control System*) adalah suatu sistem yang keluarannya mempunyai pengaruh terhadap aksi kontrol seperti yang ada pada gambar 2.



Gambar 2. Sistem kontrol loop tertutup

Pada gambar 2 diatas, sistem kontrol Loop tertutup terbagi menjadi beberapa bagian yang memiliki fungsi tersendiri. Berikut ini merupakan komponen atau bagian-bagian dari sistem loop tertutup.

1. Input (Masukan)

Input adalah info yang diberikan kepada kerangka kontrol. Input adalah insentif yang ideal untuk variabel yang dikendalikan.

2. Output (Keluaran)

Output adalah hasil atau konsekuensi dari kerangka kontrol. Hasilnya adalah nilai yang akan dipertahankan dengan dipisahkan oleh variabel kontrol. Hasil ini juga merupakan nilai yang ditunjukkan oleh pencatat.

3. Plant (Beban)

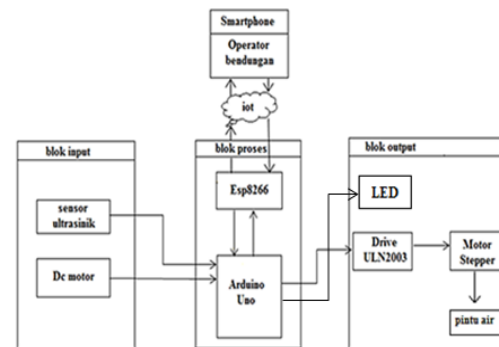
Plant adalah benda atau instrumen yang akan dikendalikan yang dapat berupa alat mekanis, elektrik, pneumatik, dan air.

4. Controller (Alat Kontrol)

Alat Kontrol adalah alat atau rangkaian yang digunakan untuk mengendalikan beban (*plant*) pada sistem.

Pengembangan desain

Desain pengembangan adalah pengembangan dari desain konseptual, dimana subsistem rangkaian Input dibentuk dari Motor Dc dan sensor Ultrasonik, subsistem rangkaian Input dibentuk dari mikrokontroler Arduino Uno, Esp8266 serta software arduino IDE, subsistem rangkaian output dibentuk dari Drive Motor Uln2003 dengan beban Motor Stepper dan Led. Desain Pengembangan dapat dilihat dalam diagram blok yang berfungsi untuk bisa menjelaskan sistem secara keseluruhan. Desain pengembangan dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Desain pengembangan

Pada gambar 3 masing-masing subsistem dibentuk oleh:

1. Input

- Sensor Ultrasonik, Sensor Ultrasonik digunakan untuk mengukur ketinggian air.
- Motor Dc, Motor Dc digunakan sebagai generator untuk pembangkit tegangan yang dihasilkan oleh putaran turbin.

2. Kontroler/proses

- Arduino Uno, Arduino Uno digunakan sebagai mikrokontroler..
- ESP8266, ESP8266 digunakan untuk memproses data yang diterima dari Arduino Uno.

3. Output

- Drive Uln2003, Drive Uln2003 digunakan untuk mengatur putaran dari Motor Stepper.
- Motor Stepper, Motor Stepper digunakan untuk mengatur buka tutup pintu air. Saat tegangan yang dibangkitkan oleh generator besar dari 3v maka pintu air akan otomatis menutup dan akan terbuka kembali saat tegangan normal.
- Led, Led digunakan sebagai output dari tegangan yang dibangkitkan oleh generator. Led dapat di kontrol dari *web* Thinger.io.

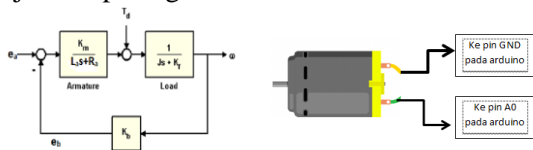
- Thinger.io, Thinger.io digunakan untuk memonitoring ketinggian air dan besarnya tegangan yang dibangkitkan oleh generator serta untuk mengontrol Led yang dihubungkan menggunakan Esp8266.

Implementasi

Pada tahapan ini dilakukan pengimplementasian untuk mengubah tahapan desain menjadi sebuah sistem agar dapat dijalankan. Implementasi desain adalah pengimplementasian sebuah desain dari blok diagram, pada pengembangan desain terdapat beberapa subsistem rangkaian yang terdiri dari subsistem rangkaian input, proses, dan output. Pada masing-masing subsistem rangkaian beberapa rangkaian sebagai berikut:

1. Rangkaian Motor Dc

adalah rangkaian yang terdapat pada subsistem rangkaian input yang digunakan sebagai generator pembangkit tegangan, Motor Dc di gerakkan oleh turbin. Rangkaian Motor Dc memiliki dua pin terhubung pada Arduino Uno, pin VCC terhubung pada pin 7, pin GND ke pin 4, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.

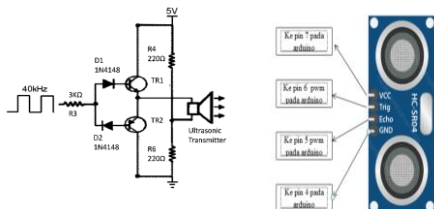


Gambar 4. Blok diagram dan rangkaian Motor Dc

Blok ini merupakan awal pengambilan data yang akan dikirim ke Arduino Uno. Data tegangan yang dibangkitkan akan diterima oleh Arduino Uno kemudian ke Drive Motor Stepper berupa nilai tegangan, nilai tegangan akan dikirim ke Motor Stepper untuk membuka atau menutup pintu air. Data nilai tegangan juga akan dikirim ke thinger.io melalui Esp8266. Data ketinggian air akan dikirim ke thinger.io melalui Esp8266.

2. Rangkaian Sensor Ultrasonik

Merupakan Subsistem Rangkaian input yang digunakan untuk mengukur ketinggian air. Rangkaian sensor Ultrasonik memiliki empat pin terhubung pada Arduino Uno, pin Vcc terhubung pada pin 7, pin Gnd ke pin 4, pin trig ke pin 6, pin echo ke pin 5 di Arduino Uno. Rangkaian dan blok diagram sensor Ultrasonik ditunjukkan pada gambar 5.



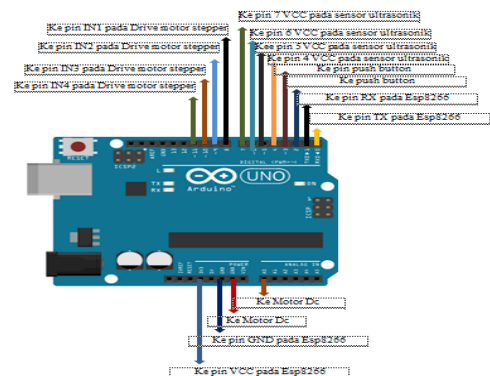
Gambar 5. Rangkaian dan blok diagram Sensor Ultrasonik

3. Rangkaian Arduino Uno

Rangkaian Arduino Uno Adalah rangkaian yang terdapat pada subsistem rangkaian proses yang digunakan untuk mengatur semua kerja sistem. Mikrokontroler yang digunakan pada alat ini yaitu Arduino Uno sebagai kontrol pusat, sistem ini tentunya tidak dapat melakukannya tanpa

dibantu oleh rangkaian lain seperti catu daya. Arduino Uno memiliki 14 digital pin *input / output* (atau biasa ditulis I/O, dimana 14 pin diantaranya dapat digunakan sebagai *output Pulse Width Modulation (PWM)* antara lain pin 0 sampai 13, 6 pin input analog, menggunakan crystal 16 MHz antara lain pin A0 sampai A5.

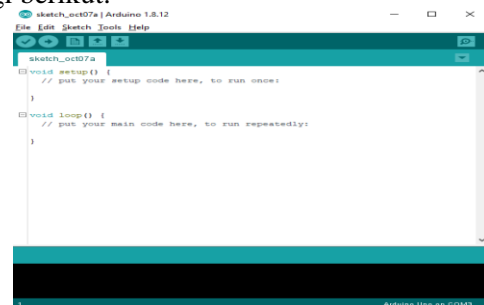
Pada rangkaian Perancangan Dan Pembuatan sistem monitoring dan kontrol tegangan PLTA berbasis IoT ini pin Arduino Uno yang dipakai memiliki 12 digital pin input / output dan 1 pin analog, yaitu pin Rx (PIN 0) terhubung ke pin Tx pada Esp8266, pin Tx (PIN 1) terhubung ke pin Rx pada Esp8266, pin D2 (PIN 2) dan D3 (PIN 3) terhubung ke button, pin 4 terhubung ke pin vcc pada sensor Ultrasonik, pin PWM 5 terhubung ke pin Rx pada sensor Ultrasonik, pin PWM 6 terhubung ke pin Tx pada sensor Ultrasonik, pin D7 terhubung ke pin IN4 pada Drive Motor Uln2003, pin D8 terhubung ke pin IN4 pada Drive Motor Uln2003, pin PWM 9 terhubung ke pin IN3 pada Drive Motor Uln2003, pin PWM 10 terhubung ke pin IN2 pada Drive Motor Uln2003, pin PWM 11 terhubung ke pin IN1 pada Drive Motor Uln2003. Dan menggunakan 1 pin analog Arduino Uno pada rangkaian ini yaitu, pin A0 terhubung ke Motor Dc. Rangkaian Arduino Uno dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Rangkaian Arduino Uno.

4. Software Arduino IDE

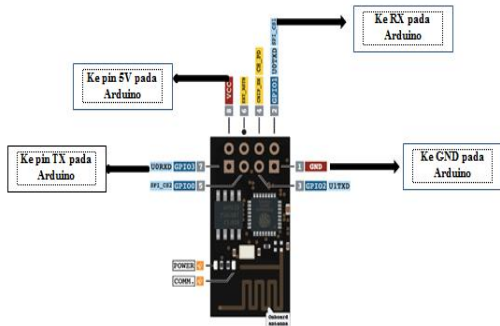
Software Arduino IDE sebagai media perancangan program untuk memudahkan pembuatan alat. Pada gambar 7 tampilan Software Arduino IDE sebagai berikut:



Gambar 7. Tampilan Arduino IDE

5. Rangkaian Esp8266

Rangkaian Esp8266 adalah rangkaian yang terdapat pada subsistem rangkaian proses. Rangkaian Esp8266 memiliki 4 pin yang terhubung dengan Arduino Uno, pin Vcc terhubung dengan pin 5V pada Arduino Uno, pin Txd terhubung ke pin Rx pada Arduino Uno, pin Gnd terhubung ke Gnd pada Arduino Uno, dan pin Rxd terhubung ke pin Tx pada Arduino Uno. Rangkaian sensor Ultrasonik ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Rangkaian Esp8266

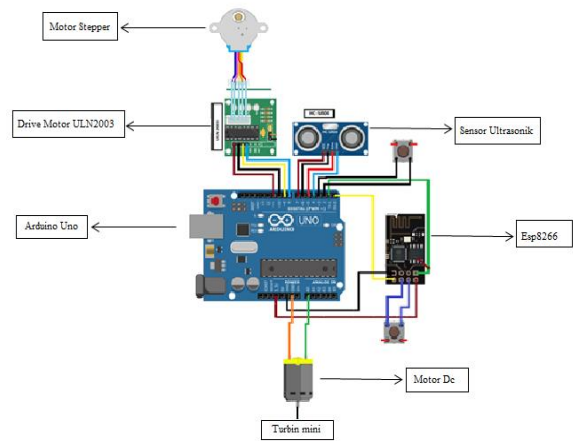
6. Rangkaian Drive Motor Uln2003

Rangkaian Drive Motor Uln2003 adalah rangkaian yang terdapat pada subsistem rangkaian output yang digunakan sebagai penggerak dari Motor Stepper yang berfungsi untuk mengatur buka tutup pintu air. Rangkaian Driver Motor Uln2003 yang memiliki empat pin terhubung pada Arduino Uno, pin IN4 terhubung ke pin D7 (pin 7), pin IN4 terhubung ke pin D8 (pin 8), pin IN3 terhubung ke pin PWM 9, pin IN2 terhubung ke pin PWM 10.

Blok output merupakan proses yang terakhir, blok ini merupakan blok penerima data informasi yang telah di olah oleh Arduino Uno. Data tegangan yang dibangkitkan akan di terima oleh Drive Motor Stepper berupa nilai tegangan, nilai tegangan akan dikirim ke Motor Stepper untuk membuka atau menutup pintu air. Data nilai tegangan juga kan dikirim ke thinger.io melalui Esp8266. Data ketinggian air akan dikirim ke Thingier.io melalui Esp8266.

Skema rangkaian keseluruhan

Skema rangkaian keseluruhan dapat dilihat pada gambar 9.



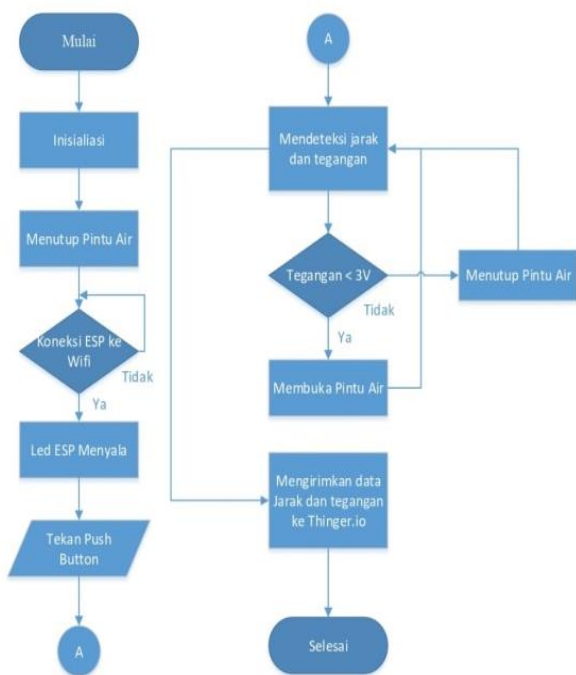
Gambar 9. Skema rangkaian keseluruhan.

Pada gambar 9 terdapat sistem kerja yaitu: pertama yang dilakukan oleh sistem adalah Pendeteksian tegangan yang dibangkitkan oleh generator dan ketinggian air, pada tahap ini tegangan yang dibangkitkan oleh generator dan ketinggian air dikirim ke Mikrokontroler Arduino Uno. Setelah Mikrokontroler Arduino Uno menerima data tegangan dan ketinggian air, maka Mikrokontroler Arduino Uno akan mengirimkan data ketinggian air ke *web* Thingier.io dan data ketinggian air dapat dimonitoring pada *web* Thingier.io.

Nilai tegangan yang dihasilkan akan di kirim oleh Arduino Uno ke Driver Motor Uln2003 dan Thingier.io. Apabila tegangan yang dibangkitkan melebihi batas maksimum maka Motor Stepper akan digerakkan untuk menutup pintu air dan akan terbuka kembali saat tegangan sudah normal. Apabila tegangan yang dibangkitkan masih dalam batas normal, maka pintu air akan tetap terbuka. Nilai tegangan yang dihasilkan juga akan dikirim ke Thingier.io dengan bantuan dari Esp8266 untuk menghubungkan antara sistem dengan Thingier.io

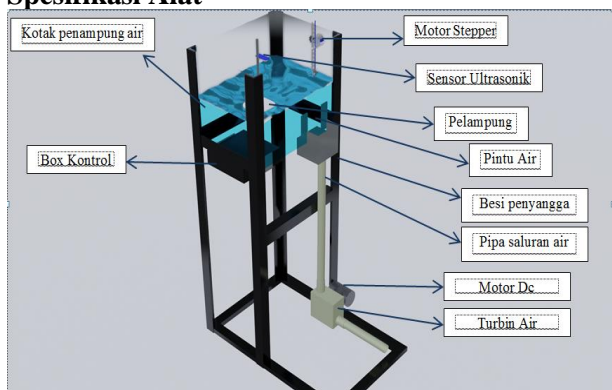
Flowchart

Bagan alir (*Flowchart*) adalah bagan (*chart*) yang menunjukkan alir (*flow*) di dalam program atau prosedur sistem secara logika. Bagan alir program (*program Flowchart*) merupakan bagan yang menjelaskan secara rinci langkah-langkah dari proses program. Bagan alir program dibuat dari derivikasi bagan alir sistem. Bagan alir logika program digunakan untuk menggambarkan tiap-tiap langkah di dalam program komputer secara logika. Bentuk *Flowchart* sistem ditunjukkan pada gambar 10.



Gambar 10. Flowchart sistem

Spesifikasi Alat



Gambar 11. Spesifikasi alat

Keterangan gambar 11 yaitu:

- Ukuran kotak penampung air panjang 26cm, lebar 18cm dengan tinggi 19cm.
- Besi penyangga kotak penampung air panjang 72cm.
- Bagian depan kotak penampung air terdapat pintu air.
- Bagian atas pinti air terdapat Motor Stepper untuk menggerakkan pintu air.
- Dalam kotak sebelah kiri terdapat tiang untuk meletakkan pelampung dan sensor Ultasonik.
- Bagian bawah kotak penampung air terdapat rangkaian sistem alat yaitu:
 - 1) Arduino Uno digunakan untuk sebagai pengolahan data dari sensor.
 - 2) Motor driver Uln2003 digunakan sebagai pengendali Motor Stepper

- 3) Esp8266 digunakan untuk menghubungkan sistem dengan website Thinger.io.

Pengujian

Tahapan ini dilakukan pengujian sistem alat hardware mikrokontroler dengan dilakukan secara keseluruhan, pengujian ini dilakukan dengan mencoba alat hardware sebagai monitoring dan kontrol tegangan pada PLTA, yang dalam pengujian tersebut pengguna perlu untuk memperhatikan dan mempersiapkan beberapa hal berikut ini untuk menjalankan sistem:

1. Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian sensor ini dilakukan dengan cara mengubah ketinggian dari pelampung yang dapat dilihat dari thinger.io. Apabila saat posisi pelampung berubah dan nilai ketinggian air juga berubah, maka sensor dalam kondisi baik.

2. Pengujian Driver Motor Uln2003

Pengujian Driver Motor Uln2003 dilakukan untuk mengetahui keberfungsian dari driver motor apakah sesuai dengan perancangan atau tidak, selain itu juga untuk mengetahui ketahanan driver dalam menerima arus pada beban Motor Stepper.

3. Pengujian Motor Dc

Pengujian Motor Dc dilakukan untuk memastikan Motor Dc berfungsi dengan baik atau tidak. Pengujian Motor Dc dilakukan dengan cara mengukur tegangan pada Motor Dc ketika Motor Dc diberikan sumber tegangan 12 Volt Dc. Kemudian tegangan pada Motor Dc diukur untuk menentukan tegangan yang dibutuhkan motor ketika diberi beban dan ketika tidak diberikan beban.

4. Pengujian Motor Stepper

Pengujian Motor Stepper dibagi menjadi dua yaitu saat kondisi 'low' berarti motor servo dalam kondisi mati, sedangkan saat kondisi 'high' motor servo bergerak.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan metodeologi perancangan dan pembuatan alat didapatkan hasil pengujian pada masing-masing subsistem rangkaian sebagai berikut:

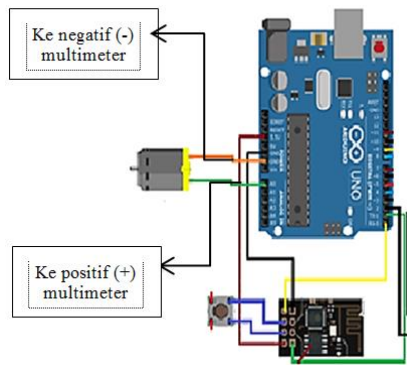
Hasil Pengujian Subsistem Rangkaian Input

Setelah dilakukan pengujian pada subsistem rangkaian input, didapatkan data pengukuran pada masing-masing rangkaian sebagai berikut:

1. Rangkaian Motor Dc

Motor Dc pada alat ini digunakan sebagai generator pembangkit tegangan yang digerakkan oleh turbin. Hasil dari tegangan yang dibangkitkan akan diproses oleh Arduino Uno, yang kemudian data tegangan yang dibangkitkan dapat dimonitoring di web Thinger.io. Untuk memastikan Motor Dc dapat bekerja dengan baik, maka dilakukan pengukuran untuk memastikan Motor Dc dalam keadaan baik atau tidak dan memastikan Motor Dc terhubung dengan

sistem. Titik pengukuran Motor Dc dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Titik pengukuran Motor Cc

Untuk pengukuran Motor Dc dilakukan 3 kali yaitu pada saat kondisi bukaan air Full, setengan, dan seperempat dengan ketinggian air yang sama. Untuk bukaan pintu air Full pintu air akan terangkat 3 cm ke atas, untuk bukaan pintu air setengah pintu air akan terangkat 2 cm ke atas, dan untuk bukaan air seperempat pintu air kan terangkat 1 cm ke atas. Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui rentang tegangan yang didapat pada masing-masing kondisi bukaan pintu air, untuk melihat apakah sistem sudah bekerja sesuai dengan apa yang diharapkan atau tidak. Tabel Pengukuran dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengukuran Tegangan Motor Dc

| Titik Pengukuran | Kondisi Bukaan pintu air | Tegangan yang terukur (Vdc) Pada Multimeter | Tegangan yang terukur (Vdc) Thingier.io | Ketinggian Air pada Thingier.io (Cm) |
|------------------|--------------------------|---|---|--------------------------------------|
| Pin Vcc dan Gnd | Full | 2,2-2,46 | 2-2,5 | 10 |
| | Setengah | 1,56-210 | 1,5-2 | 10 |
| | Seperempat | 1,3-1,55 | 1-1,5 | 10 |

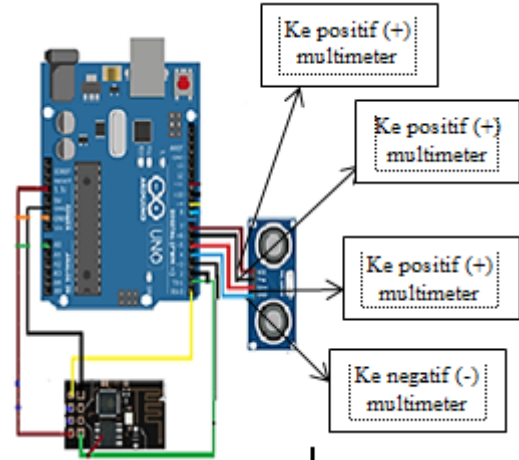
Analisa :

Hasil pengukuran Motor Dc dapat dilihat pada tabel 1. Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali yaitu saat bukaan air Full, setengah, dan seperempat dengan ketinggian air yang sama untuk melihat perubahan tegangan yang dibangkitkan. Dari tabel dapat dilihat semakin besar bukaan pintu air, maka tegangan yang dibangkitkan akan semakin besar. Untuk monitoring tegangan pada Thingier.io, tegangan yang bisa dimonitoring mulai dari tegangan 0 Vdc. Untuk hasil pengukuran tegangan menggunakan Multimeter dan hasil pembacaan nilai tegangan pada web Thingier.io terdapat perbedaan angka dibelakang koma, hal tersebut dapat ditoleransi karena perbedaan nilainya sangat kecil. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan Motor Dc bekerja dengan baik sesuai dengan apa yang diinginkan.

2. Rangkaian Sensor Ultrasonik

Sensor Ultrasonik tipe HC-SR04 merupakan perangkat yang digunakan untuk mengukur jarak dari

suatu objek, pada PLTA digunakan untuk mengukur ketinggian air pada bendungan. Untuk titik pengukuran yaitu pada kaki Vcc dan Gnd pada Sensor Ultrasonik HC-SR04. Titik pengukuran sensor Ultrasonik dapat dilihat pada gambar 13.



Gambar 13. Titik ukur Sensor Ultrasonik

Setelah dilakukan pengukuran pada sensor Ultrasonik, didapatkan hasil pengukuran seperti yang ada pada tabel 2.

Tabel 2. Pengukuran Sensor Ultrasonik

| Titik Pengukuran | Tegangan Sensor Ultrasonik (Vdc) | Kondisi bukaan pintu air | Tegangan Motor Dc (Vdc) Pada Multimeter | Ketinggian Air pada (Cm) |
|-----------------------|----------------------------------|--------------------------|---|--------------------------|
| Pin Tring dan dan Gnd | 5 | Full | 2-2,5 | 10 |
| Pin Echo dan Gnd | 4,98 | Setengah | 1,5-2 | 10 |
| Pin Vcc dan Gnd | 4,97 | Seperempat | 1-1,5 | 10 |

Analisa :

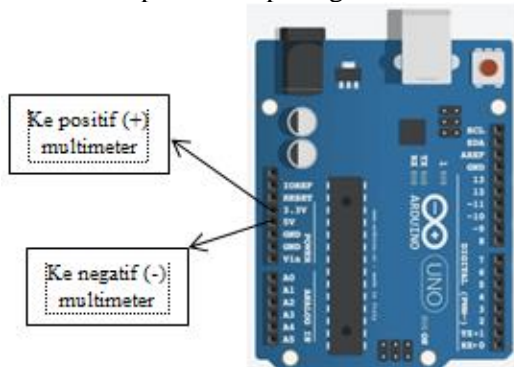
Hasil pengukuran pada tabel 2 didapatkan tegangan pin Tring sebesar 5 Vdc, pin Echo sebesar 4,98 Vdc dan tegangan Vcc sebesar 4,97 Vdc. Sensor Ultrasonik HC-SR04 untuk pengukur ketinggian air bekerja dengan baik sebagaimana mestinya karena untuk tegangan kerja dari Sensor Ultrasonik HC-SR04 yaitu 4-5 Vdc, jika tegangan pada Sensor Ultrasonik HC-SR04 kurang dan lebih dari 5 Vdc berarti Sensor Ultrasonik HC-SR04 bermasalah. Berdasarkan hasil pengukuran pada tabel 2 dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi debit air dan semakin besar bukaan pintu air, nilai tegangan yang dihasilkan akan semakin besar. Untuk ketinggian air yang diukur secara manual dan data ketinggian air pada web Thingier.io nilainya sama, maka dapat disimpulkan bahwa sensor Ultrasonik berfungsi dengan baik.

Hasil Pengujian Subsistem Rangkaian Proses

Setelah dilaukan pengujian pada subsistem rangkaian proses, didapatkan data pengukuran pada masing-masing rangkaian sebagai berikut:

1. Rangkaian Arduino Uno

Arduino Uno digunakan sebagai mikrokontroler untuk mengatur semua kerja dari sistem. Pengujian pada Arduino Uno dilakukan untuk mengetahui apakah komponen terhubung dengan Arduino Uno atau tidak. Pengujian dilakukan Arduino Uno untuk memastikan sistem dapat bekerja sesuai dengan apa yang diinginkan. Titik pengukuran Arduino Uno dapat dilihat pada gambar 14.



Gambar 14. Titik ukur Arduino Uno

Setelah dilakukan pengukuran pada Arduino Uno, didapatkan hasil pengukuran seperti yang ada pada tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Arduino Uno

| Titik Pengukuran | Tegangan yang terukur (Vdc) | Tegangan Motor (Vdc) Pada Multimeter | Ketinggian Air secara manual (Cm) |
|------------------|-----------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| pin Vcc dan Gnd | 4,94 | 1,5-2 | 10 |
| | | 2-2,5 | 10 |
| | | 1-1,5 | 10 |

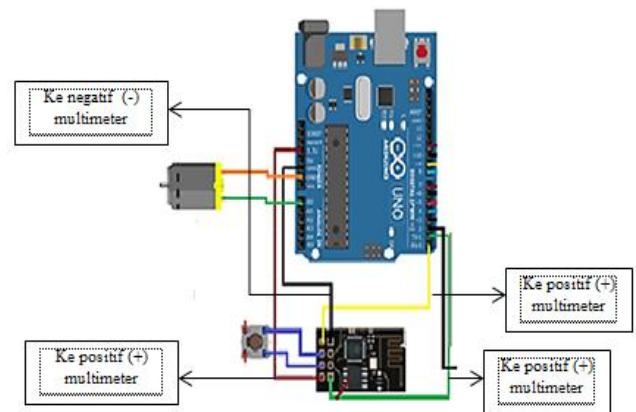
Analisa:

Pada tabel 3, tegangan Arduino Uno yang terukur adalah 4.94 Vdc. Tegangan kerja Arduino Uno adalah 5 Vdc. Arduino Uno pada sistem ini digunakan sebagai mikrokontroler untuk menjalankan sistem. Pada sistem ini Arduino Uno digunakan untuk memproses data yang didapatkan pada subsistem rangkaian input, yaitu dari rangkaian Motor Dc dan sensor Ultrasonik. Setelah diproses data akan digunakan sebagai keluaran dari subsistem rangkaian output, yaitu untuk mengatur putaran dari Motor Stepper yang digunakan untuk mengatur bukaan pintu air dan untuk mengirimkan data nilai tegangan dan ketinggian air pada *web* Thinger.io sehingga dapat dimonitoring pada *web* Thinger.io.

2. Rangkaian ESP8266

Esp8266 difungsikan sebagai modul untuk menghubungkan sistem dengan *web* Thinger.io, oleh karena itu tegangan pada Esp8266 harus diukur untuk mengetahui Esp8266 berfungsi dengan baik atau tidak. Berikut tampilan ketika modul Esp8266 pada alat terhubung ke smartphone operator bendungan.

Titik pengukuran pada sensor Ultrasonik dapat dilihat pada gambar 15.



Gambar 15 Titik ukur Modul Esp8266

Setelah dilakukan pengukuran Esp8266, didapatkan hasil pengukuran seperti yang ada pada tabel 4.

Tabel 4. Pengujian Esp8266.

| Titik Pengukuran | Tegangan yang terukur (Vdc) | Tegangan Motor Dc (Vdc) Pada Multimeter | Tegangan Motor Dc (Vdc) Thinger.io | Ketinggian Air pada Thinger.io |
|---------------------|-----------------------------|---|------------------------------------|--------------------------------|
| Pin Vcc dan pin Gnd | 4,96 | 2,2-2,46 | 2-2,5 | 10 |
| pin Gnd dan pin Rx | 5 | 1,56-210 | 1,5-2 | 10 |
| pin Gnd dan pinTx | 3,36 | 1,3-1,55 | 1-1,5 | 10 |

Analisa :

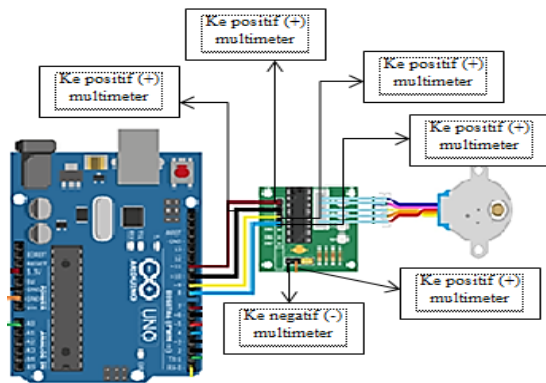
Hasil pengukuran pada pada tabel 4 didapatkan tegangan pin Vcc sebesar 4,96 Vdc, tegangan pin Rx sebesar 5 dan tegangan pin Tx sebesar 3,36. Modul Esp8266 bekerja dengan baik sebagaimana mestinya karena untuk tegangan kerja dari Modul Esp8266 yaitu 3,3-5 Vdc. Pada tabel 4 juga dapat dilihat nilai tegangan dan ketinggian air yang terbaca pada *web* Thinger.io. Untuk nilai tegangan yang dapat dimonitoring pada *web* Thinger.io mulai dari tegangan 0 Vdc, sedangkan untuk ketinggian air pada Thinger.io dapat dimonitoring mulai dari ketinggian air 1 cm, dan untuk sistem ini ketinggian air yang dapat dimonitoring sampai dengan 17 cm. Untuk hasil pengukuran tegangan menggunakan Multimeter dan hasil pembacaan nilai tegangan pada *web* Thinger.io terdapat perbedaan angka dibelakang koma, hal tersebut dapat ditoleransi karena perbedaan nilainya sangat kecil.

Hasil Pengujian Subsistem Rangkaian Output

Setelah dilaukan pengujian pada subsistem rangkaian output, didapatkan data pengukuran pada masing-masing rangkaian sebagai berikut:

1. Rangkaian Driver Motor Uln2003

Driver Motor Uln2003 difungsikan sebagai modul untuk menggerakkan Motor Stepper untuk membuka dan menutup pintu air, oleh karena itu tegangan pada Driver Motor Uln2003 harus diukur untuk mengetahui Driver Motor Uln2003 baik atau tidaknya dan untuk memastikan apakah sistem kerja dari Motor Stepper sesuai atau tidak dengan apa yang diinginkan. Pengujian input driver Motor Stepper dilakukan berdasarkan masukan dari Motor Dc melalui mikrokontroler Arduino Uno dan untuk bukaan pintu dilakukan secara manual untuk melihat bukaan pintu air dan tegangan yang dihasilkan dari jenis bukaan pintu air, sedangkan untuk sistem bukaan pitu air secara otomatis. Titik pengukuran Drive Motor uln2003 dapat dilihat pada gambar 16.



Gambar 16. Titik ukur Driver Motor Stepper

Setelah dilakukan pengukuran pada Drive Motor Uln2003, didapatkan hasil pengukuran seperti yang ada pada tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Driver Motor Uln2003.

| Titik Pengukuran | Tegangan yang terukur (Vdc) | Kondisi bukaan pintu air | Tegangan yang terukur (Vdc) Pada Multimeter |
|------------------|-----------------------------|--------------------------|---|
| Pin In1 dan Gnd | 4,96 | Full | 2,2-2,46 |
| Pin In2 dan Gnd | 4,70 | Setengah | 1,56-210 |
| Pin In3 dan Gnd | 4,90 | Seperempat | 1,3-1,55 |
| Pin In4 dan Gnd | 4,92 | - | - |
| Pin Vcc dan Gnd | 5 | - | - |

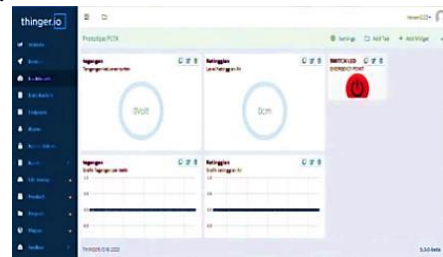
Analisa :

Hasil pengukuran pada tabel 5 didapatkan tegangan pada pin In1 sebesar 4,96 Vdc, pada pin In2 4,70 Vdc, pada pin In3 4,90 Vdc, pin In4 4,92 Vdc, dan pada pin Vcc 5 Vdc. Driver Uln2003 bekerja dengan baik sebagaimana mestinya karena untuk tegangan kerjanya yaitu 5 Vdc. Pada tabel 5 juga dapat dilihat nilai tegangan yang dibangkitkan oleh generator (Motor Dc) saat dilakukan pengujian pada saat bukaan pintu air Full, setengan, dan seperempat, semakin besar bukaan pintu air maka nilai tegangan yang dibangkitkan oleh generator juga akan semakin besar.

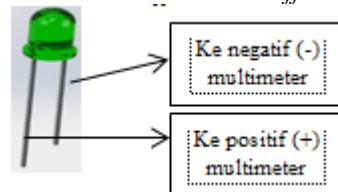
2. Rangkaian Lampu Led

Lampu Led adalah lampu yang digunakan sebagai indikator aliran listrik yang disalurkan dari PLTA ke konsumen. Untuk memastikan Led dalam

keadaan baik, maka dilakukan pengujian pada Led dengan menggunakan multimeter, kaki positif Led dihubungkan dengan probe positif pada multimeter dan kaki negatif Led dihubungkan dengan Probe negatif pada multimeter. Apabila Led menyala maka Led dalam keadaan baik. Pada sistem ini Led digunakan sebagai Indikator aliran listrik ke konsumen, Saat tegangan yang dibangkitkan oleh generator melebihi batas normal, maka aliran listrik ke konsumen dapat diputus melalui tombol yang ada pada *web* Thinger.io. tampilan tombol *On/Off* dan titik pengukuran Led dapat dilihat pada gambar 17 dan 18.



Gambar 17. Tombol On/Off Led



Gambar 18. Titik pengujian Led

Setelah dilakukan pengukuran pada Led, didapatkan hasil pengukuran seperti yang ada pada tabel 6.

Tabel 6. Pengujian Driver Motor Uln2003.

| Komponen | Kondisi | Tegangan yang terukur (Vdc) Thinger.io |
|----------|---------|--|
| | | 2-2,5 |
| Led | Menyala | 1,5-2 |
| | | 1-1,5 |

Analisa:

Pada tabel 6 dapat dilihat bahwa Led menyala saat dilakukan pengujian. Pada sistem ini pemutusan aliran listrik dilakukan dengan menekan tombol *Off* yang ada pada *web* Thinger.io dilakukan pada saat darurat saja yaitu pada saat tegangan yang dibangkitkan diluar batas normal ketika sistem otomatis pada sistem tidak bekerja ketika ada kendala.

IV. DISKUSI

Berdasarkan hasil dan analisis, sistem ini pada alat terdiri dari daya ukur, dan daya kontrol. Daya ukur menggunakan Motor Dc yang digunakan sebagai generator pembangkit tegangan sebagai input dari sistem dan sensor Ultrasonik HC-SR04, variabel yang diukur pada sistem ini adalah ketinggian air dan tegangan yang dihasilkan oleh putaran turbin yang

digerakkan oleh air, hasil dari pergerakan turbin akan digunakan untuk menggerakkan generator untuk membangkitkan tegangan pada keluaran Motor Dc. Pada daya kontrol menggunakan hasil keluaran dari nilai tegangan yang dibangkitkan oleh generator yang digunakan untuk mengatur putaran dari Motor Stepper guna mengatur bukaan dari pintu air PLTA. Daya kontrol pada sistem ini bekerja secara otomatis berdasarkan besar tegangan yang dibangkitkan oleh generator.

Motor Dc diaplikasikan untuk menggerakkan tabung pengisian baglog pada pengempres baglog jamur otomatis. Sistem ini menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler. Hasil percobaan menunjukkan bahwa mesin Dc sebagai penggerak utama tabung pengisian baglog pada alat press baglog jamur terprogram dapat berfungsi dengan baik yang ditunjukkan dengan jarak deviasi normal antara sensor kedekatan dan tempat silinder berhenti, yaitu ekuivalen. hingga 0,118 dan jarak terjauh 0,414 ke satu sisi dan 0,414 ke satu sisi. kiri tempat tengah sensor kedekatan [6]. Dalam ulasan lain, mesin dc digunakan sebagai roda untuk robot pengangkut produk sehingga robot dapat berjalan sesuai perkembangan manusia [7].

Penerapan Sensor Ultrasonik HC-SR04 untuk mengukur ketinggian air menunjukkan tingkat akurasi tertinggi pada sensor Ultrasonik dengan tipe HC-SR04 dengan tingkat error rata-rata terendah, yaitu pada nilai 1,03% dari jarak pengukuran ketinggian 10 cm hingga 100 cm [8]. Pada penelitian lain sensor Ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mendeteksi dan mengukur ketinggian air untuk menghitung volume air dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno, hasil dari pembacaan sensor Ultrasonik pada sistem ini diakan dihitung secara otomatis dan hasilnya akan ditampilkan pada LCD [9]. Dalam penelitian lain sensor Ultrasonik HC-SR04 digunakan mendeteksi jarak aman pada kendaraan. Rancangan alat ini memanfaatkan mikrokontroler Arduino Uno dengan menggunakan sensor HC-SR04. Pengujian perangkat ini digunakan menggunakan berbagai item. Hasil lokasi menunjukkan bahwa jarak di bawah 150 cm merupakan jarak yang berbahaya bagi kendaraan, sedangkan jarak di atas 150 cm merupakan jarak yang aman bagi kendaraan. [10].

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mulyadi . 2019. “Ensiklopedia Sains (Atmosfer, Cahaya, Energi, Listrik, Benda, dan Sifatnya)”.
- [2] Afrizal Fitriandi , Endah Komalasari , Herri Gusmedi. 2016. Rancang Bangun Alat Monitoring Arus dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler dengan SMS Gateway. Volume 10, No. 2, 87-98.
- [3] I Gede Suputra Widharma, “SISTEM KONTROL TERDISTRIBUSI PADA

PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR (PLTA)”. POLITEKNIK NEGERI BALI. 2021.

- [4] S. Samsugi , Ardiansyah , Dyan Kastutara. 2017. “INTERNET OF THINGS (IOT): Sistem Kendali Jarak Jauh Berbasis Arduino Dan Modul Wifi Esp8266. 297.
- [5] Intan Putri Gemilang, Rahmat Hidayat, Lela Nurpulaela. 2021. IMPLEMENTASI SISTEM INTERNET OF THINGS SEBAGAI INPUT DATA REALTIME PADA SMART SECURITY COVID-19. Power Elektronik : Jurnal Orang Elektro, Vol.10, No.2, 2021, 72-79.
- [6] Kiki Aprilli Yannik, “Aplikasi Motor Dc sebagai Penggerak Tabung Pengisian Baglog pada Alat Pengepres Baglog Jamur Otomatis”. Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, 2016.
- [7] Qirom, Bahrun Niam. 2020. RANCANG BANGUN ROBOT LINE FOLLOWER PRAMUSAJI BERBASIS ARDUINO UNO. Jurnal POLEKTRO: Jurnal Power Elektronik, Vol.9, No.1, 2020, 15.
- [8] Agit Amrullah. 2022. Perbandingan Tingkat Akurasi Pengukuran Ketinggian Air pada Sensor HC-SR04, HY-SRF05, dan JSN-SR04T. Jurnal Infomedia: Teknik Informatika, Multimedia & Jaringan Vol. 7 No. 1. Juni 2022. 31-35.
- [9] Repositiri Usu, Menghitung Volume Air Otomatis Menggunakan Sensor HCSR Berbasis Arduino Uno, 2019. Website: <https://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/22603>
- [10] Bukhaerotul Brilliantoro. RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI JARAK AMAN MOBIL MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK HC-SR04 DAN ARDUINO UNO. 20-29.