

# RANCANG BANGUN PENGENDALI SISTEM *ELECTRONIC CONTROL UNIT (ECU)* PADA *PICOHYDRO* MELALUI METODE PEMROGRAMAN SENSOR ARUS

Hendri Setiawan<sup>1</sup>, Gunarko<sup>2</sup>, Harnyoto<sup>3</sup>

Teknik Otoranpur, Poltekad Kodiklatad

Pendem, Junrejo, Kota Batu, Jawa Timur 65324

E-mail : hendri1904setiawan@gmail.com

## Abstrak

Dalam mengontrol katup/valve melalui sensor arus yang akan bekerja secara optimal sehingga dapat mengontrol debit air, apabila beban lampu yang terpasang pada panel tersebut maka sensor akan memberikan perintah kepada actuator, sehingga actuator dapat menjalankan perintah dari pemrograman sensor arus tersebut. Sistem mikrokontroler yang dihubungkan dengan motor servo dapat menggerakkan katup/valve butterfly untuk pergerakan buka tutup valve dari awal bukaan katup sudut sebesar  $45^0$  sampai dengan bukaan maksimal sebesar  $90^0$  sesuai dengan lampu yang terpasang pada panel tersebut dengan daya (10 Watt) menghasilkan arus sebesar 0,9 Ampere, tahanan 12,2 Ohm dan Voltage 10,98 Volt. Kemudian dengan daya lampu sebesar (15 Watt) menghasilkan arus sebesar 1,36 Ampere, tahanan 8,08 Ohm dan Voltage 10,98 Volt, dan selanjutnya dengan daya lampu sebesar (20 Watt) menghasilkan arus sebesar 1,81 Ampere, tahanan 6,07 Ohm dan Voltage 10,98 Volt. Kemudian dengan sistem pengendali pada *Picohydro* yang dilengkapi dengan *Electronic Control Unit (ECU)* sehingga debit air dapat diketahui *pad head*/ketinggian 3 meter sebesar  $0,11804 (m^3/s)$  yang dapat menentukan suatu pemrograman sensor dengan torsi maksimal pada bukaan katup  $90^0$  sebesar  $4,217 \times 10^{-5} \text{ Nm}$  dengan modul ACS712 30A yang dapat mengatur pembukaan katup/valve butterfly

**Kata kunci :** Daya lampu (Watt), dan Torsi katup/valve butterfly (Nm).

## Abstract

*In controlling the valve / valve through a current sensor that will work optimally so that it can control the water flow, if the load of the light is installed on the panel, the sensor will give commands to the actuator, so that the actuator can execute commands from the current sensor programming. The microcontroller system that is connected to the servo motor can move the valve / valve butterfly for the movement of opening and closing the valve from the initial opening of the valve angle of  $45^0$  to a maximum opening of  $90^0$  according to the light installed on the panel with power (10 Watt) producing a current of 0, 9 Ampere, resistance 12.2 Ohm and Voltage 10.98 Volt. Then with a lamp power of (15 Watt) produces a current of 1.36 Amperes, resistance 8.08 Ohm and Voltage 10.98 Volt, and then with a lamp power of (20 Watt) produces a current of 1.81 Amperes, a resistance of 6.07 Ohm and a Voltage of 10.98 Volt. Then with the control system on the Picohydro which is equipped with an Electronic Control Unit (ECU) so that the water flow can be seen from the pad head / height of 3 meters of 0.11804 (which can determine a sensor programming with a maximum torque at valve opening  $90^0$  of  $4.217 \times 10^{-5} \text{ Nm}$  with ACS712 30A module which can adjust the valve opening / butterfly valve ( $m^3/s$ ))*

**Keywords :** Lamp Power (Watt), and Butterfly Valve Torque (Nm).

## I. PENDAHULUAN

Teknologi air sebagai pembangkit tenaga listrik skala kecil merupakan salah satu teknologi yang pemanfaatan energinya handal dengan biaya yang relatif murah, serta penyediaan energi yang ramah lingkungan. Energi potensial air (Hydropower) merupakan salah satu energy yang paling banyak digunakan sebagai pembangkit

energi listrik seperti pembangkit listrik tenaga picohydro (PLTPH). Alat pengubah energy yaitu turbin air dari energi potensial air diubah menjadi energy mekanik yang dapat dimanfaatkan sebagai penggerak generator.

Salah satunya dengan terciptanya mesin pembangkit listrik di dunia industri memberikan manfaat besar dalam membantu dan memudahkan tugas manusia dalam hal

energi alternatif. Air merupakan sumber energy yang murah dan relatif mudah didapat, karena pada air tersimpan energi potensial (pada air jatuh) dan energi kinetik (pada air mengalir) memasuki abad 19 turbin air mulai dikembangkan. Minyak bumi dan batu bara keberadaannya sekarang semakin langka dikarenakan sumber energi ini tidak dapat diperbarui. Energi nuklir sebagai pembangkit listrik juga sangat berbahaya bila dikembangkan. Pada dasarnya energi terbarukan saat ini telah menjadi fokus utama dalam pengembangan energi pembangkit listrik di Indonesia adalah energi potensial air (Hydropower) yang dapat membantu sebagai sumber energi sehingga dapat dimanfaatkan untuk keperluan di masa yang akan datang. Saat ini khususnya dalam lingkungan militer, kebutuhan energi listrik tenaga air di Indonesia banyak dikembangkan sebagai sumber energi listrik khususnya di daerah perbatasan. Hal ini dikarenakan persediaan sumber air di Indonesia cukup melimpah. Keberadaan beberapa waduk besar di Indonesia, selain digunakan untuk penampungan air juga dimanfaatkan untuk menjadi energi penghasil listrik. Pilihan mengembangkan pembangkit listrik tenaga air ini salah satunya disebabkan potensi air yang ada di Indonesia dan jumlah air yang melimpah, dikembangkan untuk menciptakan energi yang diubah menjadi sebuah energi listrik. Dengan adanya suatu perencanaan yakni turbin air jenis *Picohydro* dengan sistem pembangkit listrik skala kecil menggunakan tenaga air yang bekerja secara optimal dengan cara merubah energi potensial (dari dam atau air terjun) menjadi energi mekanik (dengan bantuan turbin air) dari energi mekanik menjadi energi listrik dengan bantuan generator yang dapat berputar sehingga putaran generator tersebut dapat menghasilkan energi listrik di Indonesia dikarenakan radiasinya dapat membahayakan penduduk. Salah satu sumber energi penghasil energi listrik yang masih banyak tersedia di Indonesia dan ramah lingkungan adalah sumber energi air. Negara Indonesia sangat berpotensi untuk membangun pembangkit listrik yang menggunakan sumber energi air dikarenakan di wilayah Negara Indonesia masih banyak mempunyai sumber daya alam air yang sangat melimpah. Salah satu konsep yang direncanakan yakni turbin air jenis *picohydro* dengan menggunakan sistem pengendali Electronic Control Unit (ECU) dalam

mengontrol katup/valve melalui sensor arus yang akan bekerja secara optimal dalam mengontrol debit air, sehingga apabila beban lampu yang terpasang pada panel tersebut maka sensor akan memberikan perintah kepada actuator, sehingga actuator dapat menjalankan perintah dari pemrograman sensor arus sebagai pengendali untuk mengatur buka tutup katup/valve 45 derajat sampai dengan bukaan katup maksimal sebesar 90 derajat

Instalasi yang dapat digunakan untuk memanfaatkan sumber daya air adalah Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sistem ECU pada *Picohydro* Melalui Pemrograman Sensor Arus.

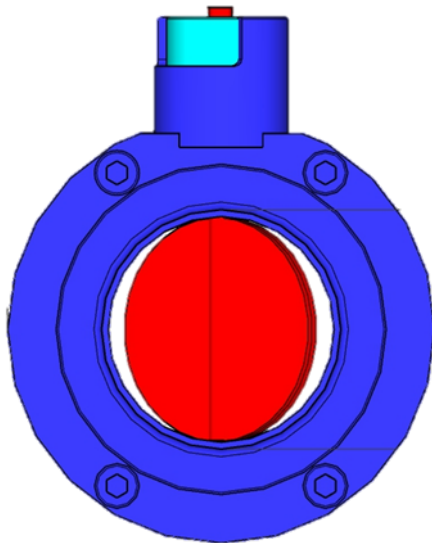
Energi potensi tenaga air dan pemanfaatannya pada umumnya sangat berbeda jika dibandingkan dengan penggunaan tenaga energy yang lain. Sumber tenaga air merupakan sumber yang dapat diperbaharui. Potensi secara keseluruhan tenaga air relatif kecil dibandingkan pada jumlah sumber bahan bakar fosil. Untuk menentukan suatu tegangan yang dihasilkan pada (PLTPH) tersebut dapat diupayakan sistem *Electronic Control Unit* sehingga dapat menghasilkan tegangan yang optimal.

### 2.2 *Electronic Control Unit (ECU)*.

*Elektronic Control Unit (ECU)* adalah unit *control electronic* pada jenis *Picohydro* yang sudah menggunakan teknologi terbaru yang mengontrol sebuah motor servo yang berada pada katup/valve yang ada pada input turbin kemudian signal yang dikirim dari arduino ke motor servo berupa signal *PWM* (*Pulse Width Modulation*) *PWM* yang digunakan untuk menentukan berapa derajat katup/valve tersebut agar dapat membuka dan menutup katup, sehingga ketika beban dihidupkan apabila 1 lampu menyala dengan tegangan 10 Watt, maka sensor arus akan membaca 10 Watt dan signal dikirimkan ke Arduino, maka proses akan bekerja sesuai dengan kebutuhan pada tegangan lampu tersebut.

### 2.3 Katup (Valve).

Katup (*Valve*) adalah sebuah perangkat yang berfungsi untuk mengatur, mengarahkan atau mengontrol aliran dari suatu cairan atau gas dengan membuka atau menutup sebagian atau seluruhnya dari jalannya aliran gas atau cair sehingga dapat berfungsi dengan optimal. Katup (*Valve*) dalam kehidupan sehari-hari, paling nyata adalah pada pipa air, seperti keran untuk mengatur buka tutupnya aliran air tersebut, Katup itu sendiri memiliki peran penting dalam aplikasi industri perairan pada jenis industri pembangkit listrik tenaga Picohydro (PLTPH). Katup dapat dioperasikan secara manual, baik oleh pegangan, tuas pedal dan lain sebagainya, selain dapat dioperasikan secara manual katup juga dapat dioperasikan secara otomatis dengan menggunakan prinsip perubahan aliran tekanan dan suhu. Kemudian pada perubahan ini dapat mempengaruhi diafragma, terhadap motor servo yang dikirimkan signal melalui arduino yang akan menggerakkan katup secara otomatis.



**Gambar 2.1. Valve/Katup**

(Sumber : <https://www.BlognyaEryhartoyo>)

### 2.4 Generator.

generator yaitu sistem yang menghasilkan tenaga listrik dengan memasukan tenaga mekanik, kemudian generator berfungsi untuk mengubah tenaga mekanik menjadi tenaga listrik. Daya masukan untuk generator berupa daya mekanik dan daya keluarannya yaitu berupa daya listrik, sebaliknya apabila untuk motor, daya masukannya berupa daya listrik dan daya keluarannya yaitu

berupa daya mekanik, sehingga harus ada konversi daya mekanik yang berupa daya kuda (Hp) dengan daya listrik yang berupa Watt oleh karena generator sendiri mempunyai peranan penting dalam sistem kerja *valve* tersebut.

### 2.5 Program.

Program adalah suatu instruksi yang digunakan untuk mengatur sistem rangkaian kerja agar dapat menjalankan suatu tindakan tertentu sesuai dengan keinginan penggunaannya berdasarkan Bahasa pemrograman seperti Visual Basic, Java, C++ dan lain-lainnya.

### 2.6 Bahasa Pemrograman.

Bahasa pemrograman adalah program yang berisikan serangkaian instruksi untuk menjalankan fungsi tertentu agar dapat berjalan sesuai dengan perintah pemrograman tersebut, Adapun beberapa contoh bahasa pemrograman tersebut yaitu :

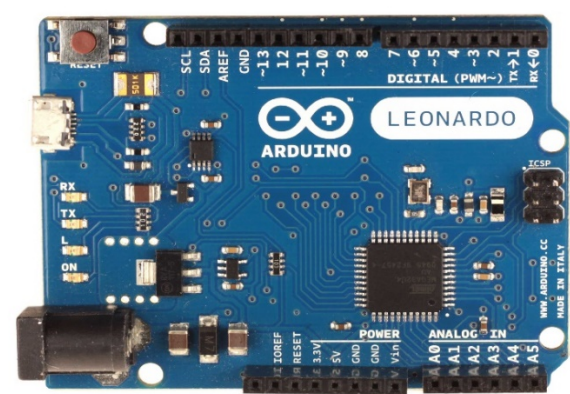
- Low Level Language*, Contohnya : bahasa *Assembly*.
- Middle Level Language*, Contohnya : Bahasa C++.
- High Level Language*, Contohnya : *Basic* dan *Pascal*.
- Object Oriented Language*, Contohnya : *Visual C*, *Visual Base*, *Delphi*, *Visual FoxPro*.

### 2.7 Microcontroller.

*Microcontroller* adalah papan mikrokontroler berdasarkan ATmega32u4 (lembaran data) yang memiliki 20 pin input/output digital dan 7 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM dan 12 sebagai input analog, osilator kristal 16 MHz, koneksi micro USB, stop kontak, header ICSP dan tombol reset. Ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung Microcontroller cukup sambungkan ke komputer dengan kabel USB atau daya dengan adaptor AC-ke-DC atau baterai untuk memulai dari sistem arduino tersebut.

Arduino Leonardo berbeda dari semua papan sebelumnya, karena

ATmega32u4 memiliki komunikasi USB bawaan dan menghilangkan kebutuhan akan prosesor sekunder, dan ini dapat memungkinkan Arduino Leonardo muncul di komputer yang terhubung sebagai *mouse* dan *keyboard*, selain port serial/COM virtual (CDC). Adapun Arduino leonardo ditujukan pada gambar di bawah ini :



**Gambar 2.2. Arduino Leonardo**  
(Sumber: <https://www.arduinoBoardLeonard>)

Arduino Leonardo dapat di *supply* dengan menggunakan koneksi USB atau dengan sebuah *power suplay eksternal* . Sumber daya dapat dipilih secara otomatis kemudian pada *suplay eksternal* (non-USB) dapat melalui sebuah adaptor *battery* atau Adaptor *AC* ke *DC* Arduino Leonardo dapat diaktifkan melalui koneksi micro USB atau dapat berasal dari adaptor.

### 2.8 Solar Charger Controller.

*Solar Charger Controller* adalah suatu sistem elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai yang diambil dari baterai ke beban. *Solar charge controller* mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian karena baterai sudah penuh) dan kelebihan *voltage/ Monitoring* temperatur baterai.



**Gambar 2.3. Solar charger controller**

(<http://www.solar-charge-controller>)

### 2.9 Actuator.

Actuator merupakan bagian yang tugasnya mengeksekusi perintah dengan landasan motor wiper sebagai dudukan motor servo dari keluaran processor untuk bekerja setelah sensor mengirimkan data kebutuhan yang harus dipenuhi kepada processor. Kemudian dapat dikendalikan oleh media pengontrol otomatis yang terprogram diantaranya mikrokontroler sebagai yang mengkonversikan besaran listrik analog misalnya kecepatan putaran dan merupakan perangkat elektromagnetik yang menghasilkan daya gerakan sehingga dapat menghasilkan gerakan pada motor servo.



**Gambar 2.4. Motor servo jenis MG 996R**  
(Sumber:[www.kensaqmotor servo.com](http://www.kensaqmotor.com))

Pada bukaan pertama apabila tombol posisi on maka katup akan membuka sebesar 45 derajat, sehingga lampu akan menyala sebesar 10 watt, apabila beban yang terpasang 25 watt maka katup akan membuka penuh sebesar 90 derajat dinyatakan pada table di bawah ini :

**Tabel 2.1. Sudut Load dan Valve Open**

Load	Valve open
10 Watt	45 Derajat
15 Watt	75 Derajat
20 Watt	90 Derajat

Ketika sistem kontrol turbin di hidupkan, maka secara otomatis servo bergerak untuk membuka valve sebesar 45 derajat. Kemudian untuk nilai load 10 Watt, apabila beban bertambah maka valve secara

otomatis juga akan berubah. Apabila load yang dihidupkan sebesar 15 Watt maka valve akan bertambah derajat pembukaannya menjadi 75 derajat. Kemudian apabila load yang dihidupkan berkurang. Maka secara otomatis akan mengurangi pembukaan pada valve sesuai dengan load yang dihidupkan.

## 2.10 Kapasitas Aliran Air (Debit) pada Turbin Francis.

Kapasitas aliran air (debit) pada turbin francis merupakan nilai dari besarnya kecepatan aliran air yang masuk ke dalam roda turbin (runner blades) yang mendorong sudu gerak turbin (blades) sehingga dapat memutar poros roda turbin. Besarnya kecepatan kapasitas aliran air (debit) pada Turbin Francis dapat dihitung menggunakan persamaan debit air yaitu suatu kecepatan aliran zat cair per satuan waktu hal ini dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$Q : A.V \text{ (m}^3\text{/s)} \quad (2.1)$$

Dimana:

Q : Debit air (m/s).

A : Diameter Pipa (mm).

V : Kecepatan Aliran Air (m/s).

(sumber : Fritz Dietzel, 1980 hal 3)

## 2.11 Torsi pada Katup/Valve Butterfly.

Torsi pada katup/valve butterfly yaitu pada setiap putaran valve terdapat peranan penting untuk mengetahui torsi perhitungan torsi pada katup ditentukan oleh jumlah total torsi (TT) yang diperlukan untuk menggerakkan disc katup butterfly merupakan jumlah dari beberapa torsi yang bekerja pada katup tersebut. Besarnya torsi dapat dinyatakan dalam rumus sebagai berikut :

$$T_t : T_{su} + T_d + T_{bf} + T_{ss} + T_e + T_h \text{ (Nm)} \quad (2.2)$$

Dimana:

Tt : Total torsi (Nm)  
 Tsu : Torsi seating and unseating (Nm)  
 Td : Torsi dinamik aliran fluida (Nm)  
 Tbf : Torsi gesek bearing (Nm)  
 Tss : Torsi gesekan stem dengan seal (Nm)  
 Te : Torsi eccentricity centerline disc (Nm)  
 Th : Torsi hidrostatik (Nm)

(sumber : Jurnal penentuan torsi minimum penggerak)  
 elektromekanik katup, 2016 hal 37-45)

## 2.11 Torsi seating and unseating.

Ditentukan berdasarkan pengujian yang sebenarnya. Nilai terbesar terjadi pada 30° putaran pertama saat terjadi kontak antara disc dengan seat dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$T_{su} : 0,32 \mu \cdot D^2 \cdot b \cdot (P_s) \text{ (Nm)} \quad (2.3)$$

Dimana:

$\mu$  : koefisien gesek seat = 0.6.

D : Diameter katup (m).

b : Lebar katup (m).

Ps : Gaya tekan pada katup (N).

## 2.12 Torsi hidrostatik.

Torsi Hidrostatik yaitu jenis torsi yang bergeekan langsung dengan disc pada valve tersebut sehingga menghasilkan tekanan yang besar sehingga dapat dijelaskan dengan rumus sebagai berikut :

$$T_{ss} = T_e = T_h = 0 \text{ (Nm)} \quad (2.4)$$

Dimana:

Tss : Torsi gesekan stem dengan seal (Nm).

Te : Torsi eccentricity akibat centerline disc.

Th : Torsi hidrostatik (Nm).

$$V : I \cdot R \text{ (Volt)} \quad (2.7)$$

### 2.13 Tegangan pada Kabel.

Tegangan pada kabel yaitu dapat mempengaruhi suatu arus *ampere* pada beban lampu tersebut, dalam menentukan daya hantar jenis pada suatu kabel dapat ditentukan diameter kabel dengan Jumlah energi yang dihasilkan dari dalam sirkuit rangkaian yaitu sumber energi yang menghasilkan daya listrik dapat ditentukan dengan umus menentukan daya sebagai berikut :

$$P : V \cdot I \text{ (Watt)} \quad (2.5)$$

Dimana:

$$P : \text{Daya ( Watt )}$$

$$V : \text{Tegangan ( Volt )}$$

$$I : \text{Arus ( Ampere )}$$

(sumber : Mekatronika, agung nugraha adi 2010 hal 15)

### 2.14 Menentukan Tahanan.

Dalam suatu perbandingan antara tegangan listrik yaitu suatu komponen elektronik dengan arus listrik yang melewatinya dimana (V) adalah tegangan dan (I) yaitu arus untuk rumus menentukan tahanan dapat diketahui sebagai berikut :

$$R : V/I \text{ (Ohm)} \quad (2.6)$$

Dimana:

$$R : \text{Tahanan ( Ohm )}$$

$$V : \text{Tegangan ( Volt )}$$

$$I : \text{Arus ( Ampere )}$$

(sumber : Mekatronika, agung nugraha adi 2010 hal 14)

### 2.15 Tegangan Lampu.

Rangkaian listrik dan tegangan listrik ini dinyatakan dengan satuan Volt. Besaran tegangan listrik ini dapat mengukur energi potensial dari sebuah medan listrik, sehingga tegangan pada rangkaian listrik dapat diketahui dengan rumus menentukan tegangan sebagai berikut :

Dimana:

$$V : \text{Tegangan ( Volt )}$$

$$I : \text{Arus ( Ampere )}$$

$$R : \text{Tahanan ( Ohm )}$$

(sumber : Mekatronika, agung nugraha adi 2010 hal 14)

## III. METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat Penelitian.

Untuk memulai pembuatan tugas akhir dan penelitian alat maka harus disusun metode penelitian agar saat pelaksanaan pembuatan alat dan penulisan tugas akhir penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini dengan terstruktur dan terkoordinir dengan baik dan tidak keluar dari jalur pembahasan.

### 3.2 Metode Penelitian.

Pada penulisan tugas akhir ini penulis menggunakan metode penelitian sebagai berikut :

1. Literatur. Literatur merupakan proses menghimpun data-data dari buku yang berkaitan dengan dengan materi pembahasan sebagai referensi perencanaan tugas akhir ini.

2. Studi Lapangan. Proses pengambilan data secara nyata di lapangan.

3. Variabel penelitian. penulis menggunakan dua variabel dalam penyusunan tugas akhir ini yaitu variabel bebas dan variabel terikat.

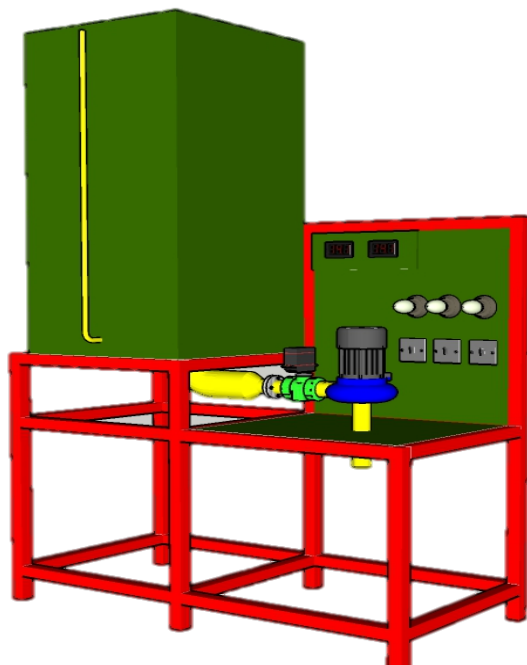
### 3.3 Desain alat.

Desain yang direncanakan dalam membuat sistem pengendali pada picohydro mengacu pada konsep sensor arus sehingga dapat memproses sinyal tersebut untuk

menggerakkan servo yang berada di katup/valve dari inputan turbin. Selanjutnya signal yang di kirim dari arduino ke servo berupa signal PPM (Pulse Position Modulation) PPM di gunakan untuk mentukan berapa derajat katup/valve pada saat membuka dan menutup katup tersebut, agar debit air selalu konstan sehingga menghasilkan beban yang optimal pada lampu tersebut.

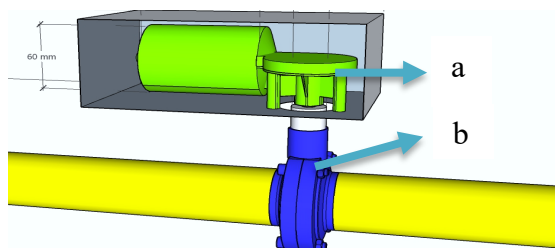
Selanjutnya sistem akan terus bekerja selama debit air tetap mengalir dan terjadi perubahan sudut derajat pada gerak membuka dan menutup valve/katup. Sehingga beban yang dihasilkan pada tiap-tiap lampu berbeda sesuai dengan sudut derajat pada valve/katup tersebut.

#### 1. Konseptual desain Picohydro



Gambar 3.1. Desain Picohydro

#### 2. Desain konstruksi motor servo dan valve/katup pada sistem turbin air.



Gambar 3.2. Kontruksi 3 Dimensi Motor Servo dan Valve

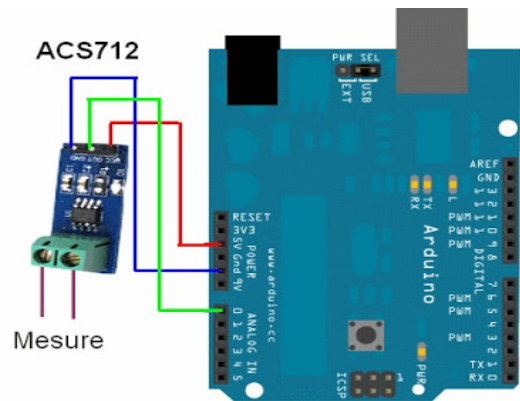
Keterangan gambar :

a. Motor Servo

b. Katup/Valve

### 3.4 Sensor Arus.

Suatu sensor yang dapat menentukan debit aliran air pada pipa yang melalui valve sehingga dapat terdeteksi kecepatan arus tersebut yang dapat dijelaskan pada gambar sebagai berikut :



Gambar 3.3. Pin pada Sensor Arus ACS712

Tabel 3.1 konfigurasi Pin ACS712

No	Nama	Keterangan
1 dan 2	IP+	Pin mendeteksi arus
3 dan 4	IP-	Pin mendeteksi arus
5	GND	Pin Ground
6	Filter	Pin untuk kapasitor eksternal yang di gunakan menentukan Bandwidth
7	Vout	Arus keluaran yang di hitung
8	VCC	Tegangan Power Supply 5 V

### 3.5 Cara Kerja Alat.

Berikut akan dijelaskan cara kerja alat yaitu sebagai berikut :



- a. baterai mensuply daya ke arduino dan motor servo ketika turbin mulai berputar daya yang dihasilkan oleh generator arus DC yang akan di hubungkan ke beban (lampu). Sehingga daya output dari generator akan menghasil tegangan pada beban lampu yang akan mengirimkan perintah ke actuator yang akan menggerakkan katup/valve.
- b. propeler yang terhubung dengan poros generator akan berputar jika terkena aliran air dari putaran tersebut, kemudian generator menghasilkan listrik dari output generator yang dihubungkan ke dioda, selanjutnya dioda berfungsi sebagai penyearah dari kutub +(positif) dan -(negatif) dioda.
- c. cara kerja ecu yaitu ketika beban di hidupkan misal 1 lampu hidup dengan 10 Watt kemudian sensor arus akan membaca 10 watt dan signal dikirim ke arduino sehingga dapat memproses sinyal tersebut untuk menggerakkan aktuator yang berada di katup/valve dan katup akan membuka sesuai dengan beban lampu yang terpasang pada panel lampu yang berada di input turbin. Selanjutnya signal yang di kirim dari arduino ke servo berupa singnal PPM (Pulse Position Modulation) PPM di gunakan untuk mentukan berapa derajat katup/valve tersebut pada saat membuka dan menutup.
- d. Selanjutnya sistem akan terus bekerja selama debit air tetap mengalir dan terjadi perubahan sudut derajat pada gerak membuka dan menutup *valve*/katup. sesuai dengan beban tiap-tiap lampu tersebut.

### 3.6 Program Sensor Arus.

Program sensor arus adalah suatu bentuk program jenis sensor ACS712 30A yang dihubungkan ke PIN ADC pada ATMEGA16 memberikan perintah signal sesuai program perintah tersebut. Sensor tersebut dapat memiliki kemampuan terhadap perintah dari bahasa pemrograman.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Perencanaan sistem kendali ECU.

Perencanaan sistem kendali pada *Elektronic Control Unit* (ECU) sangat penting peranannya terhadap kemampuan kerja *Valve*/katup pada saat alat dioperasikan. Untuk mengetahui kemampuan pada sistem pengendali tersebut harus dihitung secara detail

dan terperinci terhadap *Valve*/katup yang akan digerakan oleh motor tersebut.

### 4.2 Aliran Fluida.

Persamaan aliran fluida khususnya untuk air menggunakan persamaan aliran yang sudah diimplementasikan pada koefisien aliran yang akan melewati katup berdasarkan variasi pada bukaan katup tersebut.

### 4.3 Diagram perbandingan koefisien aliran.

Diagram perbandingan koefisien aliran di atas menunjukan bahwa aliran yang terjadi pada pipa tersebut dapat menghasilkan suatu tekanan yang meningkat sesuai dengan bukaan dari *valve butterfly* tersebut. Maka dari itu untuk mempertahankan aliran tersebut air terdapat pada tangki harus selalu konstan. Debit air yaitu suatu kecepatan aliran zat cair per satuan waktu hal ini dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$Q : A \cdot V \text{ (m}^3\text{/s)} \quad (4.1)$$

Dimana:

$$\begin{aligned} Q &: A \cdot V \\ &= \frac{1}{4} \pi \cdot D^2 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \\ &= \frac{1}{4} 3,14 \cdot 0,14002 \text{ (m)} \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2} \cdot 3 \text{ (m)} \\ &= 0,015386 \text{ (m}^2\text{)} \cdot 7,6720 \text{ (m/s)} \\ &= 0,11804 \text{ (m}^3\text{/s)} \end{aligned}$$

### 4.4 Torsi seating and unseating (Tsu).

Besarnya torsi *seating/unseating* yang dibutuhkan (Tsu) *valve butterfly* dapat ditentukan berdasarkan hasil pengujian yang sebenarnya. Nilai terbesar terjadi pada 30° putaran pertama saat terjadi kontak antara disc dengan seat dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$T_{su} : 0,32 \mu \cdot D^2 \cdot b \cdot P_s \text{ (Nm)}$$

Dimana:

$$\begin{aligned} B &: 7,26 \text{ mm} = 7,26 \times 10^{-3} \text{ m} \\ D &: 48,16 \text{ mm} = 0,04816 \text{ m} \\ M &: 0,6 \end{aligned}$$



Ps : 50 N (Diasumsikan dari jurnal)

$$\begin{aligned} T_{su} &: 0,32 \cdot \mu \cdot D^2 \cdot b \cdot Ps \\ &= 0,32 \cdot 0,6 \cdot (0,04816 \text{ m})^3 \cdot 0,00726 \text{ m} \cdot 50 \text{ N} \\ &= 0,32 \cdot 0,6 \cdot 2,319 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot 2 \cdot 7,26 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot 50 \text{ N} \end{aligned}$$

$$= 1,616 \times 10^{-4} \text{ Nm}$$

Tsu : Torsi seat-unseat (Nm) dapat disimpulkan untuk torsi seating and unseating atau pergerakan buka tutup katup dari 0 derajat sampai dengan 90 derajat sebesar  $1,616 \times 10^{-4}$  Nm karena dipengaruhi dari tekanan air yang terdapat pada tangki penampung air.

#### 4.5 Torsi dinamik (Td).

Torsi dinamik terjadi ketika posisi disc terletak antara posisi tertutup ( $0^\circ$ ) dan posisi terbuka lebar ( $90^\circ$ ) dengan disc diposisi sebagian terbuka. Torsi dinamik (Td) terbesar terjadi ketika disc pada posisi antara  $75^\circ$  sampai  $85^\circ$  dari pergerakannya untuk menentukan torsi dinamik dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$T_d : C_{dt} \cdot D^3 \cdot P \text{ (Nm)}$$

Dimana:

$$C_{dt} : 0,022$$

$$D : 48,16 \text{ mm} = 0,04816 \text{ m}$$

$$P : 50 \text{ N/m}^2$$

$$\begin{aligned} T_d &: 0,022 \cdot (0,04816 \text{ m})^3 \cdot 50 \text{ N/m}^2 \\ &= 0,022 \cdot 0,000117 \text{ m}^3 \cdot 50 \text{ N/m}^2 \\ &= 1,287 \times 10^{-4} \text{ Nm} \end{aligned}$$

$$T_{ss} = T_e = T_h = 0 \text{ Nm}$$

Dalam hal ini dapat diketahui untuk nilai suatu  $T_{ss}$ ,  $T_e$  dan  $T_h$  adalah 0

$$T_t \text{ (Total torsi)} T_{su} + T_d + T_{bf} + T_{ss} +$$

$$T_e + T_h$$

$$= (1,616 \times 10^{-4} \text{ Nm}) + (1,287 \times 10^{-4}$$

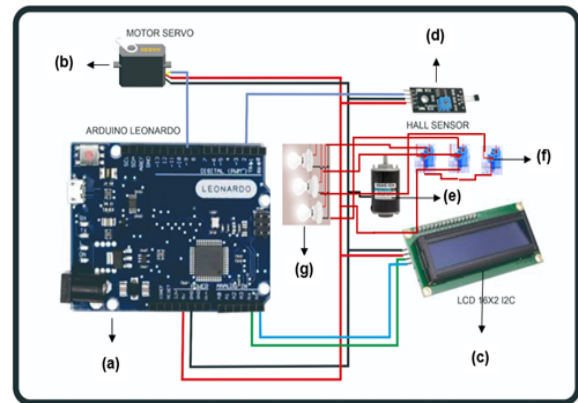
$$\text{Nm}) + (1,314 \times 10^{-4} \text{ Nm}) + 0 \text{ Nm}$$

$$T_t \text{ (Total torsi)} = 4,217 \times 10^{-4} \text{ Nm}$$

$$= 0,0004217 \text{ Nm}$$

#### 4.6 Wiring Diagram Sistem Electronic Control Unit (ECU) pada Picohydro.

Wiring diagram sistem *Electronic Control Unit (ECU)* pada *Picohydro* adalah skema pengawatan listrik yang dibuat berupa jalur-jalur aliran listrik mulai dari input power pada *ECU* sampai dengan output beban dalam satu rangkaian sistem *ECU* pada *Picohydro* hingga membentuk suatu sistem control mesin yang telah ditetapkan pada gambar sebagai berikut dibawah ini :



Gambar 4.2. Wiring Diagram sistem ECU Picohydro

Adapun keterangan pada *wiring diagram* sistem *ECU* pada *Picohydro* dapat dijelaskan dibawah ini sebagai berikut :

a. Arduino Leonardo

b. Motor Servo

c. LCD 16X2 I2C

d. Hall sensor

e. Generator DC 200 Watt

f. 3 buah Saklar listrik

g. 3 buah lampu DC

#### 4.7 Tegangan daya yang dihasilkan.

Jumlah daya yang dihasilkan pada sirkuit rangkaian yaitu sumber daya yang

menghasilkan daya listrik lampu 10 Watt dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$I : \frac{P}{V} \text{ (Watt)}$$

Dimana:

$$V : 10,98 \text{ Volt}$$

$$P : 10 \text{ Watt}$$

$$I : P/V$$

$$= \frac{10 \text{ Watt}}{10,98 \text{ Volt}}$$

$$I = 0,9 \text{ Ampere}$$

#### 4.8 Tahanan yang dihasilkan.

Dalam suatu perbandingan antara tegangan listrik dari suatu komponen elektronik dengan tahanan ( $\Omega$ ) diketahui pada lampu sebesar 10 watt dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$R_{10 \text{ watt}} : \frac{V}{I} \text{ (Ohm)}$$

Dimana:

$$V : 10,98 \text{ Volt}$$

$$I : 0,9 \text{ Ampere}$$

$$R_{10 \text{ watt}} : \frac{V}{I} \text{ (ohm)}$$

$$= (10,98 \text{ Volt}) / (0,9 \text{ Ampere})$$

$$R_{10 \text{ watt}} = 12,2 \text{ Ohm}$$

#### 4.9 Mengetahui Voltage.

Rangkaian listrik dan tegangan listrik ini dinyatakan dengan satuan volt. Besaran tegangan Listrik ini dapat mengukur Energi Potensial dari sebuah Medan Listrik, sehingga tegangan pada lampu 10 Watt dapat diketahui dengan rumus sebagai berikut :

$$V_{10 \text{ watt}} : I \cdot R \text{ (Volt)}$$

Dimana:

$$I : 0,9 \text{ Ampere}$$

$$R : 12,02 \text{ Ohm}$$

$$V_{10 \text{ watt}} = I \cdot R$$

$$= 0,9 \text{ Ampere} \cdot 12,02 \text{ Ohm}$$

$$V = 10,98 \text{ Volt}$$

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan.

Berdasarkan dari hasil data perhitungan perencanaan sistem pengendali sistem Electronic Control Unit (ECU) pada picohydro melalui pemrograman sensor arus didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

a. Sistem mikrokontroler yang dihubungkan dengan motor servo dapat menggerakkan katup/valve butterfly untuk pergerakan buka tutup valve dari awal bukaan katup sudut sebesar 450 sampai dengan bukaan maksimal sebesar 900 sesuai dengan lampu yang terpasang sebagai berikut :

$$1) \quad P = 10 \text{ Watt}$$

$$2) \quad I = 0,9 \text{ Ampere}$$

$$3) \quad R = 12,2 \text{ Ohm}$$

$$4) \quad V = 10,98 \text{ Volt}$$

b. Lampu yang terpasang pada panel daya 15 Watt terdapat arus 1,36 Ampere, tahanan 8,08 Ohm dan Voltage 10,98 Volt.

c. Lampu yang terpasang pada panel daya 20 Watt terdapat arus 1,81 Ampere, tahanan 6,07 Ohm, dan Voltage 10,98 Volt.

d. Menggunakan sistem pengendali yang dilengkapi dengan Electronic Control Unit (ECU) sehingga debit air dapat diketahui pada head/ketinggian 3 meter sebesar 0,11804 ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) yang dapat menentukan suatu pemrograman sensor dengan torrsi

maksimal pada bukaan katup 900 sebesar  $4,217 \times 10^{-5}$  Nm dengan modul ACS712 30A yang dapat mengatur pembukaan katup/valve butterfly.

## 5.2 Saran.

- a. Diharapkan penggunaan katup/valve kedepannya menggunakan jenis katup yang lebih ringan dan menentukan head/ketinggian dari permukaan katup agar mampu menghasilkan debit yang maksimal namun mampu untuk menahan tekanan air yang begitu kuat.
- b. Diharapkan untuk pembangkit listrik tenaga picohydro dapat lebih dikembangkan lagi, agar dapat digunakan dan dimanfaatkan sebagai kegiatan belajar dan mengajar di Poltekad Kodiklatad. Khususnya dibidang pengabdian masyarakat supaya menghasilkan tenaga listrik dengan daya yang lebih besar.
- c. Diharapkan dalam pengembangan pembangkit listrik tenaga picohydro untuk jenis generator/dinamo yang digunakan dapat menghasilkan tegangan AC minimal untuk keperluan/kebutuhan daya 450 Watt.

## VI. PENUTUP

### 6.1 Penutup.

Demikian penulisan Tugas Akhir ini, semoga dapat bermanfaat dan berguna bagi para pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya. Isi Tugas Akhir diharapkan dapat menjadi masukan bagi para pimpinan di jajaran TNI AD, sehingga dapat dimanfaatkan dan dikembangkan lebih baik lagi.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan masih banyak kekurangan karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman, untuk itu penulis sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan penulisan tugas akhir. Kami sebagai penulis mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu kelancaran dalam penulisan tugas akhir.

### Daftar Pustaka

Emerson, 2005, Control valve handbook fourth edition and Fisher Controls International LLC, Iowa USA : Marshalltown

Johnson, Prof., 1996. Valve and Actuator Manual Basic and Sizing Engineering, Jakarta : Engineering Data Book.

Chern, M.J. dan Wang, C.C., Flow Visualization of Turbulent Flow in Ball Valves, France : Proceeding of PSFVIP-4.

Arismunandar, Artono dan S. Kuwahara, 2004. Teknik Tenaga Listrik, Jakarta : PT. Pradnya Paramita.

Paryatmo Wibowo. 2007. Turbin Air, Yogyakarta : Graha Ilmu.

Dietzel Fritz. 1999, Turbin, Pompa dan Kompresor. Jakarta : Erlangga.

Agung Nugroho Adi, M.T., 2007. Mekatronika, Yogyakarta : Graha Ilmu.

