

**RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKO  
HIDRO MENGGUNAKAN TURBIN ARCHIMEDES SCREW  
BILAH LIMA DENGAN SISTEM PENGONTROLAN  
INLET AIR DAN MONITORING BERBASIS IOT**

**PROYEK AKHIR**

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan  
Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh:

Dherry Riski Andhika	NIM. 0031805
Hairullah	NIM. 0031812
Medeline Citra Vanessa	NIM. 0031818

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI  
BANGKA BELITUNG**

**2021**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKO HIDRO  
MENGUNAKAN TURBIN *ARCHIMEDES SCREW* BILAH LIMA  
DENGAN SISTEM PENGONTROLAN *INLET AIR*  
DAN *MONITORING* BERBASIS *IOT***

Oleh:

Dherry Riski Andhika	NIM. 0031805
Hairullah	NIM. 0031812
Medeline Citra Vanessa	NIM. 0031818

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan  
Program Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1




Zanu Saputra, M.Tr.T

Penguji 1



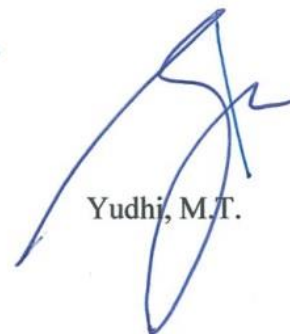
Ocsirendi, M.T.

Pembimbing 2



Surojo, M.T.

Penguji 2



Yudhi, M.T.



## ABSTRAK

*Pada penelitian ini dilakukan rancang bangun Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) dengan kapasitas daya sebesar 500 Watt. Generator magnet permanen yang digunakan merupakan generator AC 3 phase dengan torsi rendah yaitu 600 rpm. Penggerak generator yaitu turbin air model Archimedes Screw dengan bilah lima dan kemiringan turbin 32 °. Sistem transmisi PLTPH ini menggunakan timing belt dengan rasio total 1: 20. Agar kecepatan generator stabil maka dilakukan kontrol inlet air dengan mengatur buka tutup pintu inlet menggunakan PID Kontroler dengan nilai  $K_p= 0.026$ ,  $K_i= 0.0006$ , dan  $K_d=0.001$  yang diproses oleh Arduino Uno. Pada mikrokontroler tersebut juga dilakukan pengolahan data dari sensor INA219 dan LM393 berupa nilai arus dan tegangan yang dihasilkan generator dan rpm generator yang kemudian ditampilkan pada LCD dan juga dapat di monitoring melalui smart phone. Sistem PLTPH ini dapat dimonitoring menggunakan aplikasi Blynk yang terkoneksi berbasis Internet of Things (IoT). Penelitian ini menggunakan metode research and development serta fungsi terapan yang mana penelitian ini akan ditempatkan pada aliran sungai Pelabuhan Desa Jelitik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai tegangan, yang dapat dihasilkan generator dengan penggerak Motor DC pada kondisi optimum yaitu sebesar 45 V AC pada 620 rpm sedangkan pada kondisi minimum menghasilkan 8 V AC pada 91 rpm. Sedangkan hasil pengujian pada lapangan dengan penggerak generator yaitu turbin Archimedes Screw tanpa transmisi menunjukkan tegangan output sebesar 12 V DC pada 128 rpm.*

**Kata Kunci:** PLTPH, Archimedes Screw, IoT, Kontrol PID.

## **ABSTRACT**

*In this research, the design of the Pico Hydro Power Plant was carried out with a power capacity of 500 Watts. The permanent magnet generator used is a 3 phase AC generator with a low torque of 600 rpm. The generator drive is an Archimedes Screw water turbine with five blades and a turbine tilt of 32 °. This PLTPH transmission system uses a timing belt with a total ratio of 1: 20. In order for the generator speed to be stable, the water inlet control is carried out by adjusting the opening and closing of the inlet door using a PID Controller with a value of  $K_p= 0.026$ ,  $K_i= 0.0006$ , and  $K_d= 0.001$  which is processed by Arduino. Uno. The microcontroller also processes data from the INA219, ACS712, and LM393 sensors in the form of current and voltage values generated by the generator and generator rpm which are then displayed on the LCD and can also be monitored via a smart phone. This plant system can be monitored using the connected Blynk application based on the Internet of Things (IoT). This study uses research and development methods as well as applied functions where this research will be placed on the river flow of the Jelitik Village Harbor. The results showed that the value of the voltage, which can be produced by a generator with a DC motor drive at the optimum condition is 45 V AC at 620 rpm, while at the minimum condition it produces 8 V AC at 91 rpm. While the test results in the field with a generator driven by Archimedes Screw turbine without transmission, shows an output voltage of 12 V DC at 128 rpm.*

*Key words: Pico Hydro Power Plant, Archimedes Screw, IoT, PID Control.*

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan kami kemudahan sehingga kami dapat menyelesaikan Laporan Proyek Akhir dengan judul “Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro menggunakan Turbin *Archimedes Screw* Bilah Lima dengan Sistem Pengontrolan *Inlet* Air dan *Monitoring* Berbasis *IoT*” ini dengan tepat waktu. Shalawat serta salam terlimpah curahkan kepada baginda tercinta Nabi Muhammad SAW yang dinanti-nantikan syafa'atnya di akhirat nanti.

Laporan ini merupakan salah satu syarat kelulusan bagi Program Studi D-III Teknik Elektronika di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Kami menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak terdapat kesalahan serta kekurangan di dalamnya. Untuk itu, kami mengharapkan kritik serta saran dari pembaca, agar laporan ini dapat menjadi laporan yang lebih baik lagi kedepannya.

Kami ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak berikut yang telah membantu kami selama masa pembuatan alat dan proses penulisan laporan ini yaitu kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas segala rezeki, nikmat, rahmat, dan hidayah dan kekuatan yang telah diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan Proyek Akhir ini dengan baik dan tepat waktu.
2. Orang tua dan keluarga kami yang selalu memberikan doa dan dukungan baik moril maupun materiil yang tak ternilai harganya.
3. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng, Ph.D. selaku Direktur di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah banyak memberikan kemudahan bagi kami dalam menyelesaikan pendidikan.
4. Bapak Zanu Saputra, M.Tr. T. selaku Pembimbing I yang telah membimbing, mengarahkan dan memberi saran-saran dalam pembuatan dan penyusunan laporan proyek akhir ini.

5. Bapak Surojo, M.T. selaku Pembimbing II yang telah membimbing, mengarahkan dan memberi saran-saran dalam pembuatan dan penyusunan laporan proyek akhir ini.
6. Bapak Hasdiyansyah, M.T. selaku dosen yang telah membantu dalam memberikan bimbingan dan arahan selama proses pembuatan konstruksi alat.
7. Dosen dan Staf Pengajar di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah mendidik, membina dan mengantarkan penulis untuk menempuh kematangan dalam berpikir dan berperilaku.
8. PLP dan Teknisi di Bengkel Mekanik Polmanbabel yang telah membantu proses pembuatan alat Proyek Akhir.
9. Sahabat seperjuangan dan semua pihak yang telah memberikan bantuannya.
10. Rekan kerja tim penulis selama mengerjakan proyek akhir ini yang selalu berjuang bersama hingga Proyek Akhir ini dapat diselesaikan dengan sebaik-baiknya.
11. Pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam proses penyusunan Proyek Akhir ini.

Setelah melalui proses yang panjang dan penuh tantangan, akhirnya penulis dapat menyelesaikan pembuatan alat dan laporan proyek akhir ini yang tentunya masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Walaupun demikian, penulis berharap laporan proyek akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan khususnya bagi penulis. Semoga Allah senantiasa melimpahkan taufik dan hidayah-Nya kepada penulis dan semua pihak yang telah membantu dalam pembuatan alat dan penulisan laporan proyek ini.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Sungailiat, 6 Agustus 2021

Hormat kami,

Tim Penulis

## DAFTAR ISI

RANCANG .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT .....	iii
ABSTRAK .....	iv
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
BAB I .....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Proyek Akhir .....	2
BAB II .....	3
DASAR TEORI .....	3
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) .....	3
2.2 <i>Archimedes Screw</i> .....	3
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) menggunakan <i>Archimedes Screw</i> .....	4
2.3.1 Generator Magnet Permanen .....	5
2.3.2 Akumulator .....	6
2.4 Sistem Kontrol .....	7
2.4.1 Kontrol <i>Proportional Integral Derivative</i> (PID) .....	7
2.4.2 Kontroler Pengecasan Aki .....	8
2.4.3 <i>Arduino Uno</i> .....	9
2.4.4 Buck Boost Converter .....	10
2.5 <i>Monitoring</i> PLTPH berbasis <i>IoT</i> .....	11
2.5.1 <i>Internet of Thing (IoT)</i> .....	11
2.5.2 <i>NodeMCU</i> .....	11
2.5.3 <i>Blynk</i> .....	12



2.5.4 Sensor INA 219 .....	13
2.5.5 Sensor LM393.....	14
2.5.6 LCD .....	14
BAB III .....	16
METODE PELAKSANAAN .....	16
3.1 Tahapan Perancangan dan Pembuatan Alat.....	16
3.2 Studi Pustaka dan Survei .....	18
3.2.1 Studi Pustaka .....	18
3.2.2 Survei.....	18
3.3 Kontruksi Alat .....	19
3.3.1 Perancangan.....	19
3.3.2 Pembuatan .....	26
3.3.3 Uji Coba.....	33
3.4 Sistem <i>Monitoring</i> .....	33
3.4.1 Perancangan.....	33
3.4.2 Pembuatan .....	34
3.4.3 Uji Coba.....	34
3.5 Sistem Kontrol.....	34
3.5.1 Perancangan.....	34
3.5.2 Pembuatan .....	36
3.5.3 Uji Coba.....	38
3.6 Pembuatan Laporan Proyek Akhir.....	38
BAB IV .....	39
PEMBAHASAN .....	39
4.1 Deskripsi Alat.....	39
4.2 Kontrol PID .....	41
4.3 Pengujian Sensor .....	43
4.3.1 Sensor INA219 .....	43
4.3.2 Sensor LM393.....	44
4.4 <i>Monitoring</i> pada <i>Blynk</i> .....	44
4.5 Pengambilan Data pada Lab .....	44
4.6 Pengambilan Data di Lapangan.....	47
BAB V.....	50
KESIMPULAN DAN SARAN.....	50

5.1 Kesimpulan .....	50
5.2 Saran .....	50
DAFTAR PUSTAKA .....	52
LAMPIRAN .....	- 1 -

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Generator .....	6
Tabel 2. 2 Spesifikasi Kontroler Pengecasan Aki 3 <i>Phase</i> .....	8
Tabel 2. 3 Spesifikasi <i>Arduino</i> Uno .....	9
Tabel 2. 4 Spesifikasi <i>NodeMCU</i> V3 .....	12
Tabel 3. 1 Langkah-langkah Rancang Bangun PLTPH .....	17
Tabel 3. 2 Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran Sungai .....	19
Tabel 4. 1 Parameter PLTPH .....	40
Tabel 4. 2 Hubungan antara Rpm dan Posisi Pintu.....	41
Tabel 4. 3 Data Hasil Rancangan Kontrol PID .....	42
Tabel 4. 4 Pengujian Sensor INA219.....	43
Tabel 4. 5 Pengujian Sensor LM393.....	44
Tabel 4. 6 Pengaruh Rpm terhadap Tegangan dan Arus Generator.....	45
Tabel 4. 7 Pengaruh Rpm terhadap Tegangan dan Arus Pengecasan Aki .....	46
Tabel 4. 8 Hasil Pengukuran Tegangan dan Arus di Lapangan .....	48
Tabel 4. 9 Hasil Pengukuran Daya dan Rpm di Lapangan .....	48

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ilustrasi Parameter Turbin .....	3
Gambar 2. 2 <i>Archimedes Screw</i> Bilah Tiga, Bilah Empat, dan Bilah Lima .....	5
Gambar 2. 3 Generator AC 3 <i>Phase Magnet Permanent</i> .....	5
Gambar 2. 4 Aki Kering .....	7
Gambar 2. 5 Diagram Blok PID .....	7
Gambar 2. 6 Kontroler Pengecasan Aki .....	8
Gambar 2. 7 <i>Arduino Uno</i> .....	9
Gambar 2. 8 Buck Boost Converter XL6009 .....	10
Gambar 2. 9 <i>NodeMCU V3</i> .....	12
Gambar 2. 10 Tampilan Aplikasi <i>Blynk</i> .....	13
Gambar 2. 11 Pinout sensor INA219 .....	13
Gambar 2. 12 LM393 Speed Sensor Module IR Optocoupler Sensor .....	14
Gambar 2. 13 LCD 20×4 Tampak Depan .....	15
Gambar 2. 14. LCD 20×4 Tampak Belakang dengan Komunikasi Serial I2C .....	15
Gambar 3. 1 Alur Kegiatan .....	16
Gambar 3. 2 Ilustrasi Parameter Turbin .....	20
Gambar 3. 3 Rancangan Konstruksi PLTPH .....	22
Gambar 3. 4 Detail Konstruksi PLTPH .....	23
Gambar 3. 5 konstruksi Kerangka <i>Inlet</i> dan Sistem Kontrol .....	23
Gambar 3. 6 konstruksi Kerangka Dudukan Turbin .....	24
Gambar 3. 7 Skema Sistem Transmisi .....	24
Gambar 3. 8 Pembuatan Mal .....	26
Gambar 3. 9 Pemotongan Pelat .....	26
Gambar 3. 10 Penggerindaan Pelat .....	27
Gambar 3. 11 Marking Ulir pada Pipa .....	27
Gambar 3. 12 Pengelasan Pelat .....	28
Gambar 3. 13 Dempul dan Pengecatan .....	28
Gambar 3. 14 Pembuatan Dudukan Turbin .....	28

Gambar 3. 15 Marking Pelat .....	29
Gambar 3. 16 Proses Rol Pelat.....	29
Gambar 3. 17 Pemotongan Besi Siku .....	30
Gambar 3. 18 Proses Membentuk Kerangka Siku .....	30
Gambar 3. 19 Proses Pengelasan .....	30
Gambar 3. 20 Proses Penghalusan Hasil Las .....	31
Gambar 3. 21 Proses Pengeboran.....	31
Gambar 3. 22 Hasil Pembubutan <i>Shaft</i> .....	31
Gambar 3. 23 Proses Penghalusan <i>Finishing</i> .....	32
Gambar 3. 24 Proses Pengecatan .....	32
Gambar 3. 25 Proses Assembly .....	33
Gambar 3. 26 Block Diagram Sistem Monitoring Berbasis <i>IoT</i> .....	33
Gambar 3. 27 Rangkaian Node MCU .....	34
Gambar 3. 28 <i>Diagram Block</i> sistem kontrol PID pada PLTPH .....	35
Gambar 3. 29 <i>Flowchart</i> PLTPH .....	35
Gambar 3. 30 Rangkaian Sensor INA219 .....	36
Gambar 3. 31 Rangkaian Sensor LM393 .....	36
Gambar 3. 32 Rangkaian Motor Driver .....	37
Gambar 3. 33 Rangkaian <i>Buck Boost</i> .....	37
Gambar 3. 34 Rangkaian Gabungan .....	38
Gambar 4. 1 Realisasi Alat.....	40
Gambar 4. 2 Kontrol PID .....	43
Gambar 4. 3 Tampilan <i>Monitoring</i> pada <i>Blynk</i> .....	44
Gambar 4. 4 Tegangan AC terhadap Rpm .....	45
Gambar 4. 5 Arus AC terhadap Rpm .....	46
Gambar 4. 6 Tegangan DC terhadap Rpm .....	47
Gambar 4. 7 Arus DC terhadap Rpm .....	47
Gambar 4. 8 Pengambilan Data di Lapangan.....	48

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1.....	- 1 -
LAMPIRAN 2.....	- 4 -
LAMPIRAN 3.....	- 9 -

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi listrik semakin meningkat seiring dengan perkembangan zaman. Pemanfaatan energi baru dan terbarukan (EBT) pada tahun 2019 baru mencapai 9,15% dari total konsumsi energi nasional sedangkan Kebijakan Energi Nasional (KEN) menargetkan pertumbuhannya mencapai 23% pada tahun 2025 [1]. Untuk mendukung target pemerintah tersebut, aplikasi dan inovasi dalam pengembangan energi terbarukan harus dilakukan dengan lebih masif. Indonesia sendiri memiliki beragam sumber energi terbarukan salah satunya yaitu sumber energi Piko Hidro.

Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) adalah pembangkit listrik yang menggunakan energi air berskala kecil, biasanya diaplikasikan di aliran sungai atau air terjun dengan memanfaatkan beda ketinggian hulu dan hilir air (*head*), jumlah debit air, maupun tekanan airnya. Rentang daya pada PLTPH yaitu di bawah 5 kW per unit [2]. Pemanfaatan PLTPH ini dapat dilakukan di Bangka Belitung karena beberapa potensi pengaplikasian pada bekas tambangan timah, aliran sungai, atau bahkan pada saluran irigasi.

Terdapat beberapa aplikasi yang dapat digunakan dalam pembangkit listrik tenaga Piko Hidro salah satunya yaitu pengaplikasian turbin *Archimedes Screw*. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa potensi PLTPH menggunakan turbin *Archimedes Screw* menunjukkan hasil yang baik bagi pengaplikasian sumber energi terbarukan [3][4][5][6][7][8]. Melihat potensi pengembangan tersebut, maka pada penelitian ini dikembangkanlah Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro yang diaplikasikan pada *head* rendah menggunakan turbin model *Archimedes Screw* dengan ulir tipe bilah 5, dengan sudut ulir 28° dan kemiringan turbin 32° serta pengaturan sistem kontrol *inlet* air menggunakan *Arduino*. *Monitoring* PLTPH dapat dilakukan melalui *smart phone* menggunakan teknologi *Internet of Thing (IoT)* sehingga pengguna dapat mengetahui besar daya

dan parameter lainnya yang dihasilkan oleh PLTPH. PLTPH ini juga didesain agar memudahkan pengguna dalam memasang atau melepas PLTPH.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas dan agar tujuan penelitian dapat tercapai dengan maksimal maka dapat dirumuskan permasalahannya yaitu:

1. Bagaimana implementasi dan uji coba PLTPH turbin model *Archimedes Screw*?
2. Bagaimana sistem pengontrolan *inlet* air agar putaran turbin dan generator konstan?
3. Bagaimana sistem *monitoring* PLTPH sehingga dapat diakses dengan pengguna melalui *smart phone*?
4. Bagaimana efisiensi dari PLTPH yang telah dibangun?

## **1.3 Tujuan Proyek Akhir**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Membangun pembangkit listrik tenaga piko hidro menggunakan turbin *Archimedes Screw*.
2. Mengimplementasikan sistem kontrol *inlet* air sehingga dapat mengatur debit air yang masuk pada turbin agar menghasilkan rpm yang konstan pada turbin maupun generator.
3. *Monitoring* sistem PLTPH melalui *smart phone*.
4. Mengetahui efisiensi daya *output* pembangkit listrik yang telah dibangun.



## BAB II

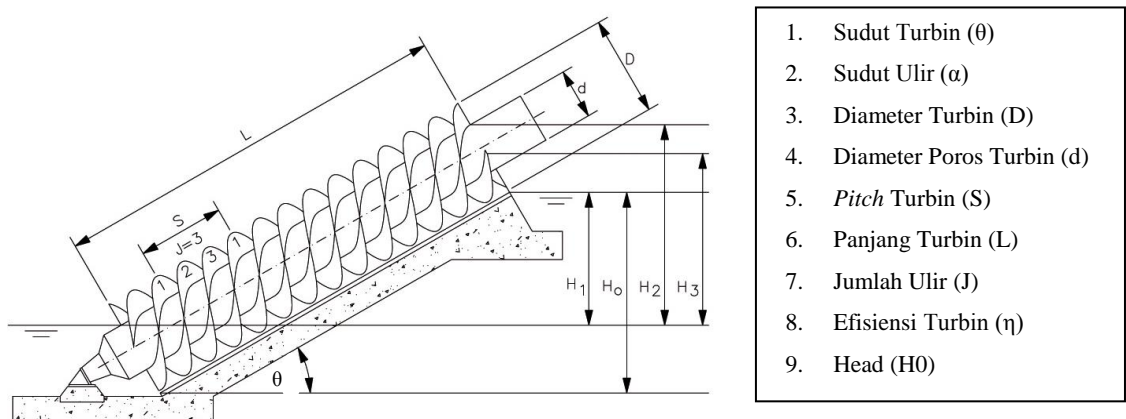
### DASAR TEORI

#### 2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH)

Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) adalah pembangkit listrik yang menggunakan energi air berskala kecil, biasanya diaplikasikan di aliran sungai atau air terjun dengan memanfaatkan beda ketinggian hulu dan hilir air (*head*), jumlah debit air, maupun tekanan airnya. Rentang daya pada PLTPH yaitu di bawah 5 kW per unit [2]. Terdapat berbagai jenis turbin yang dapat digunakan pada PLTPH salah satunya yaitu adalah turbin jenis *Archimedes Screw*.

#### 2.2 *Archimedes Screw*

*Archimedes Screw* merupakan mesin sederhana (jenis pompa) yang telah ada sejak zaman romawi, ditemukan oleh ilmuwan bernama *Archimedes* pada tahun 287-212 SM. *Archimedes Screw* pada awalnya digunakan untuk memindahkan air dari tempat rendah ke tempat yang lebih tinggi ketika di putar [9]. Namun seiring berjalannya waktu *Archimedes Screw* telah dikembangkan aplikasinya tidak hanya digunakan sebagai pompa namun juga dapat digunakan sebagai turbin generator. Parameter ukuran pada *Archimedes Screw* dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Ilustrasi Parameter Turbin [10]

Besar Efisiensi turbin berkisar antara 75% sampai 90% tergantung pada jenis turbin (turbin yang besar memiliki efisiensi lebih tinggi) [11]. Untuk itu diambil efisiensi turbin adalah 75%.

### **2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) menggunakan *Archimedes Screw***

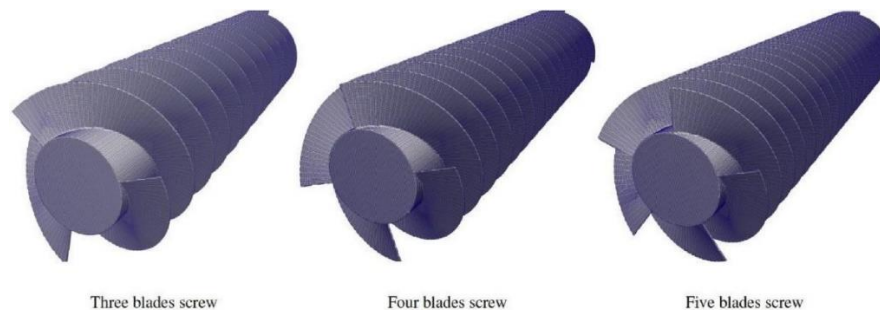
Telah dilakukan beberapa penelitian yang berkaitan dengan Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro menggunakan ulir *Archimedes* yang dapat dijadikan referensi dalam penyusunan penelitian ini yaitu di antaranya:

Penelitian Made Agus dkk. Pada tahun 2019 menguji variasi sudut ulir pada turbin Ulir (*Archimedes Screw*) PLTPH dengan *head* rendah menunjukkan bahwa sudut ulir sebesar  $28^\circ$  menghasilkan *output* terbaik [3]. Untuk dapat mengatur stabilitas putaran turbin dan generator maka Tarsisius dkk menggunakan *governor* elektrik berbasis *Arduino* sebagai kontrol pintu air sehingga putaran generator stabil di 1500 rpm [4]. Besarnya debit juga mempengaruhi efisiensi PLTPH, semakin besar debit aliran maka efisiensi turbin semakin meningkat [12]. Faktor lain yang mempengaruhi kinerja pembangkit yaitu tekanan air. Peningkatan tekanan air yang diberikan menyebabkan kinerja PLTPH semakin meningkat. Percobaan dilakukan direntang tekanan 4 psi sampai 24 psi dan efisiensi tertinggi diperoleh pada tekanan 24 psi [5].

Membangun pembangkit listrik tenaga piko hidro dalam skala kecil juga memungkinkan untuk dilakukan. Dengan berat total pembangkit sebesar 10 kg, yang menjadikan PLTPH tersebut *portable* dengan kapasitas daya 12Watt 1 A [6]. Terdapat beberapa jenis bilah ulir *Archimedes* yaitu 2 bilah, 3 bilah, 4 bilah dan 5 bilah. Dari tipe tersebut, tipe ulir dengan bilah 5 menghasilkan daya terbesar [7]. Sudut kemiringan poros atau kemiringan turbin juga mempengaruhi kinerja PLTPH. Sudut kemiringan turbin yang paling optimal yaitu  $32^\circ$  [8].

Pada penelitian yang dilakukan Saefudin dkk, selama turbin beroperasi banyak air yang tumpah keluar sudu, sehingga mempengaruhi daya maksimum turbin. Hal ini disebabkan oleh adanya perubahan sudut sudu dibandingkan dengan rancangan. Bila dibandingkan dengan perencanaan awal, efisiensi turbin

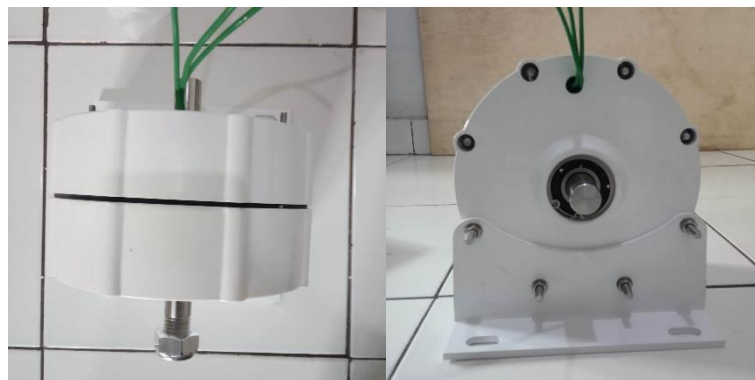
yang diuji juga lebih rendah. Hal ini disebabkan selain faktor kebocoran dan perubahan sudut yang disebut dalam pembahasan sebelumnya, juga disebabkan rugi-rugi transmisi sabuk cukup besar [12]. Dengan menggabungkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan perbaikan yang telah disarankan oleh peneliti sebelumnya, maka pada penelitian ini didesain PLTPH menggunakan turbin *Archimedes Screw* yang menggunakan turbin 5 bilah kemiringan sudut turbin  $32^\circ$ , sudut ulir sebesar  $28^\circ$ , dan kontrol *inlet* air menggunakan PID agar hasil efisiensi daya yang dihasilkan lebih optimal. Ilustrasi bilah *Archimedes Screw* dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 *Archimedes Screw* Bilah Tiga, Bilah Empat, dan Bilah Lima [7]

### 2.3.1 Generator Magnet Permanen

Generator magnet permanen adalah generator yang menghasilkan energi listrik dari energi fluks *magnetic* yang ada pada rotor magnet permanennya. Ada dua jenis generator magnet permanen yang dibedakan menurut aliran fluksnya, yaitu *Axial Fluks Permanent Magnet* dan *Radial Fluks Permanent Magnet*. [13] Gambar generator magnet permanen dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut.



Gambar 2. 3 Generator AC 3 Phase Magnet Permanent

Spesifikasi generator dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2. 1 Spesifikasi Generator

<b>Model</b>	NE-500 MP
<b>Rated Power (W)</b>	500
<b>Max Power (W)</b>	530
<b>Rated Volatage (V)</b>	24
<b>Rated Rotated Speed (r/m)</b>	600
<b>Top Net Weight (kg)</b>	8
<b>Output Current</b>	AC
<b>Rated Torque (&lt;N*M)</b>	9.55 Nm
<b>Efficiency</b>	>93%
<b>Connection</b>	Y connection
<b>Pole Numbers</b>	12 poles
<b>Generator</b>	3 phase permanent magnet synchronous generator
<b>Insulation Class</b>	F
<b>Service Life</b>	More than 20 years
<b>Bearing</b>	HRB or for your order
<b>Shaft Material</b>	Stainless Steel
<b>Shell Material</b>	Aluminium Alloy
<b>Permanent Magnet Material</b>	Rare Earth NdFeB
<b>Protection Grade</b>	IP54
<b>Lubrication</b>	Lubrication Grease
<b>Working Temperature</b>	-40 °C–80 °C

### 2.3.2 Akumulator

Akumulator atau aki adalah suatu perangkat yang berfungsi untuk menyimpan energi listrik dalam satuan Watt Jam. Terdapat 2 jenis aki yaitu aki basah dan aki kering. Aki basah adalah aki yang menggunakan cairan sebagai media penyimpan energi listrik, aki basah harus diganti cairannya secara berkala tergantung pemakaian. Sedangkan aki kering adalah aki yang menggunakan serbuk untuk menyimpan energi listrik, aki kering hanya dijaga pada tegangan

tertentu agar selalu dalam keadaan baik [14]. Dalam penelitian ini digunakan aki kering dengan kapasitas 7 Ah. Gambar aki kering dapat dilihat pada Gambar 2.4.

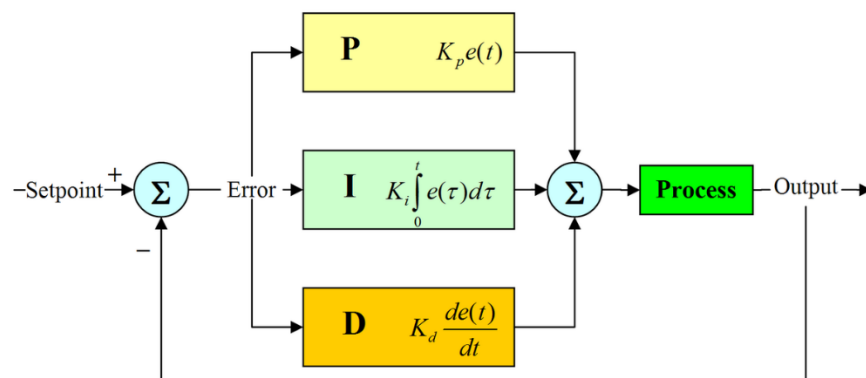


Gambar 2. 4 Aki Kering [15]

## 2.4 Sistem Kontrol

### 2.4.1 Kontrol *Proportional Integral Derivative* (PID)

*Proportional Integral Derivative* (PID) Controller adalah kontroler yang digunakan pada suatu sistem dengan umpan balik/ *feedback* yang berfungsi untuk meminimalisir eror antara masukan dengan *set point*. Terdapat tiga komponen pada PID yaitu *Proportional*, *integral*, dan *derivative* ketiganya dapat digunakan secara bersamaan atau terpisah sesuai dengan respons hasil yang diinginkan dalam suatu *plant* [16]. Berikut blok diagram pada kontroler PID yang dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Diagram Blok PID [16]

## 2.4.2 Kontroler Pengecasan Aki

Kontroler pengecasan aki berfungsi untuk mengontrol pengecasan aki hasil *output* dari generator 3 *phase* secara otomatis. Ketika baterai penuh, pemberhentian dapat dikontrol secara langsung dengan pengaturan rangkaian di dalam kontroler. Ketika tegangan baterai turun hingga level tegangan *restore*, generator akan secara otomatis mengecas baterai, sehingga pengaturan ini dapat melindungi generator maupun baterai [17]. Berikut spesifikasi dari kontroler yang dapat dilihat di Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Spesifikasi Kontroler Pengecasan Aki 3 *Phase*

No.	Spesifikasi	Nilai
1	<i>Model Number</i>	FW06-24
2	<i>Battery Rated Voltage</i>	24V
3	<i>Wind Generator Rated Power</i>	600W
4	<i>Brakes Start Voltage</i>	30V
5	<i>Brake Recovery Voltage</i>	27V
6	<i>Display:</i>	LED
7	<i>Working Temperature and Humidity Range</i>	-35~+75°C
8	<i>Size</i>	Approx. 100*87*28mm /3.9*3.4*1.1in
9	<i>Quiescent Current</i>	≤15 mA
10	<i>Waterproof</i>	IP67

Bentuk fisik kontroler pengecasan aki dapat dilihat pada Gambar 2.6 berikut.



Gambar 2. 6 Kontroler Pengecasan Aki

### 2.4.3 Arduino Uno

*Arduino Uno* adalah papan mikrokontroler yang banyak digunakan dalam proyek kontrol elektrik. *Arduino Uno* dengan basis *Atmega328P* (*datasheet*), memiliki 14 pin *input/output* digital (6 di antaranya dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 *input* analog, resonator keramik 16 MHz (*CSTCE16M0V53-R0*), koneksi USB, colokan listrik, *header* ICSP, dan tombol reset. Penggunaannya yaitu dengan menghubungkan ke komputer menggunakan kabel USB atau dinyalakan dengan adaptor AC-ke-DC atau baterai. [18]. Untuk melakukan pemrograman, kompilasi program, *debugging* dan proses *download* ke *Arduino* board, dapat digunakan *software Arduino IDE* (*Integrated Development Environment*) [19]. Gambar *Arduino Uno* dapat dilihat pada Gambar 2.7 berikut.



Gambar 2. 7 *Arduino Uno* [20]

*Arduino Uno* memiliki spesifikasi yang dapat dilihat pada Tabel 2.3 sebagai berikut.

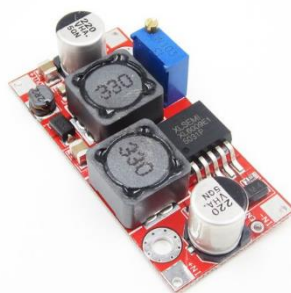
Tabel 2. 3 Spesifikasi *Arduino Uno*

No.	Spesifikasi	Nilai
1	Microkontroler	Atmega328P
2	Operating Voltage	5V
3	<i>Input</i> Voltage (recommended)	7-12V
4	<i>Input</i> Voltage (limit)	6-20V
5	Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM <i>output</i> )
6	PWM Digital I/O Pins	6
7	Analog <i>Input</i> Pins	6

8	DC Current per I/O Pin	20 mA
9	DC Current for 3.3V Pin	50 mA
10	Flash Memory	32 KB (Atmega328P) of which 0.5 KB used by bootloader
11	SRAM	2 KB (Atmega328P)
12	EEPROM	1 KB (Atmega328P)
13	Clock Speed	16 MHz
14	LED_BUILTIN	13
15	Length	68.6 mm
16	Width	53.4 mm
	Weight	25 g

#### 2.4.4 Buck Boost Converter

*Buck-boost converter* merupakan konverter tegangan DC ke DC yang memiliki sistem kerja gabungan dari *buck-converter* dan *boost converter*. *Buck-boost converter* memiliki keunggulan-keunggulan dari *buck-converter* dan *boost-converter*. Konverter ini digunakan untuk mengatur tegangan keluaran yang diinginkan tetap berada pada level yang telah ditentukan meskipun tegangan masukan lebih rendah atau lebih tinggi dari tegangan yang diinginkan [21]. Penerapan *Buck-Boost Converter* pada sistem kontrol dan *monitoring* PLTPH bertujuan untuk memastikan tegangan *input* dari aki ke *Arduino* bernilai sesuai dengan spesifikasi *input* volatagenya yaitu 7-12V. Bentuk fisik dari *Buck-Boost Converter* dapat dilihat pada Gambar 2.8 sebagai berikut.



Gambar 2. 8 Buck Boost Converter XL6009 [22]



## **2.5 Monitoring PLTPH berbasis *IoT***

Agar dapat memantau data yang dihasilkan oleh generator, *monitoring* dapat dilakukan dengan memanfaatkan jaringan internet yang populer disebut dengan *Internet of Thing (IoT)*. *Monitoring* dapat dilakukan melalui *smartphone* dengan aplikasi tertentu yang telah didesain dan diprogram.

### **2.5.1 *Internet of Thing (IoT)***

*IoT* adalah sebuah jaringan internet yang menyediakan, mengolah dan mentransfer informasi digital yang diperoleh dari peralatan sensor seperti identifikasi radio frekuensi (RFID), sensor infra merah, GPS, *scanner* dan *smartmeter* [23]. Sensor-sensor yang terhubung pada mikrokontroler, selanjutnya dapat mendeteksi, mengidentifikasi atau memperoleh data yang kemudian diolah dan dikirimkan melalui jaringan internet dengan kabel atau tanpa kabel sehingga pengguna dapat mengakses data secara akurat atau melakukan proses kontrol secara *real time* [24]. Teknologi *IoT* ini dapat digunakan untuk *monitoring* daya yang dihasilkan oleh PLTPH sehingga pengguna dapat mengakses melalui *smart phone*.

### **2.5.2 *NodeMCU***

*NodeMCU V3 ESP8266* banyak digunakan sebagai *development board* pada proyek *IoT*. Selain karena harganya yang relatif murah, *NodeMCU* juga sudah lengkap dan praktis, karena dapat langsung dihubungkan ke *port* USB komputer/laptop kemudian diprogram tanpa perlu tambahan perangkat lain seperti USB to Serial lagi. *NodeMCU V3 ESP8266* sejatinya merupakan sebuah mikrokontroler, seperti *Arduino*, yang ditambahkan dengan modul *WiFi ESP8266*. Selain terdapat memori untuk menyimpan program, pada modul terdapat port digital *Input – Output*, port analog *input* dan port dengan fungsi khusus seperti serial UART, SPI, I2C dan lain-lain.

Sebagaimana *Arduino*, *NodeMCU V3* harus diprogram terlebih dahulu agar dapat bekerja sesuai dengan pengaturan yang diinginkan [25]. Dalam pemrogramannya dapat menggunakan *Blynk IoT Platform*. Berikut merupakan

gambar perangkat *NodeMCU V3*. Gambar *NodeMCU V3* dapat dilihat pada Gambar 2.9 berikut.



Gambar 2. 9 *NodeMCU V3*

*NodeMCU V3* memiliki spesifikasi yang dapat dilihat pada Tabel 2.4 di bawah.

Tabel 2. 4 Spesifikasi *NodeMCU V3*

No.	Spesifikasi	Nilai
1	Microkontroler	Tensilica 32 bit
2	<i>Flash Memory</i>	4 KB
3	Tegangan Operasi	3.3 V
4	Tegangan <i>Input</i>	7 – 12 V
5	Digital I/O	16
6	Analog <i>Input</i>	1 (10 Bit)
7	<i>Interface</i> UART	1
8	<i>Interface</i> SPI	1
9	<i>Interface</i> I2C	1

### 2.5.3 *Blynk*

*Blynk* adalah platform *IoT* yang dapat digunakan pada iOS atau Android. *Blynk* dapat bekerja secara kompatibel dengan berbagai jenis mikrokontroler seperti Node MCU ESP8266, *Arduino*, *Raspberry Pi*, dan ESP32 melalui Internet. Terdapat tiga komponen utama pada *Blynk* yaitu: 1) aplikasi *Blynk*, yang digunakan untuk mengontrol perangkat dan menampilkan data pada *widget*; 2) server *Blynk*, yang merupakan layanan cloud yang bertanggung jawab atas semua

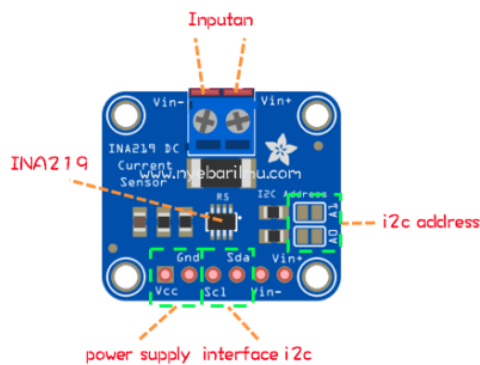
komunikasi antara *smart phone* dan hal yang dikontrol atau di-*monitoring*; dan 3) Pustaka *Blynk*, yang mencakup berbagai *widget* seperti tombol kontrol, format tampilan, notifikasi, dan manajemen waktu yang memungkinkan perangkat mengirim data yang diperoleh dari sensor untuk ditampilkan pada aplikasi seluler dengan cara yang efektif dan *real time*. [26]. Berikut merupakan tampilan aplikasi *Blynk* pada *smart phone* yang dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2. 10 Tampilan Aplikasi *Blynk* [27]

#### 2.5.4 Sensor INA 219

Sensor INA219 adalah modul sensor yang berfungsi untuk mengukur arus dan tegangan DC. Kemampuan ukur sensor ini yaitu 26 Vdc dan 3,2 A arus dengan tingkat presisi 1%. Daya watt-nya juga dapat dihitung dengan memanfaatkan perkalian hukum ohm. Besar daya yang dapat diukur menggunakan sensor ini yaitu lebih dari 75 Watt [28]. Pinout sensor INA219 dapat dilihat pada Gambar 2.11 berikut.



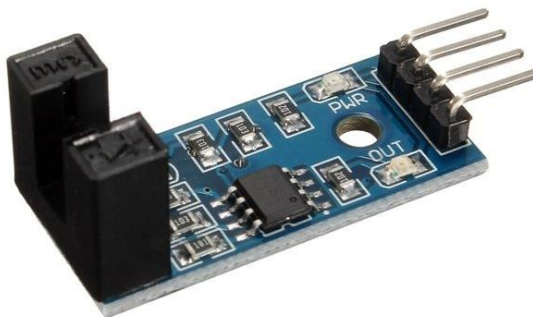
Gambar 2. 11 Pinout sensor INA219 [29]

Spesifikasi:

- Tegangan masukan dari 0 sampai 26 V
- Dapat mengukur arus, tegangan dan daya
- Memiliki 16 Alamat Programmable
- High Accuracy
- Memiliki Filtering Options
- Kalibrasi register
- Package modul : SOT23-8 dan SOIC-8 Paket
- ukuran modul : 25. 5 x 22. 3mm

### 2.5.5 Sensor LM393

Modul LM393 adalah pencacah Infra Red (IR) yang memiliki pemancar dan penerima IR. Jika terdapat penghalang ditempatkan di antara celah sensor, sinyal akan dikirim ke mikrokontroler. Modul ini dapat digunakan bersama dengan mikrokontroler untuk mendeteksi kecepatan motor, penghitungan pulsa, batas posisi dan lain-lain. Bentuk fisik sensor LM393 dapat dilihat pada Gambar 2.12.



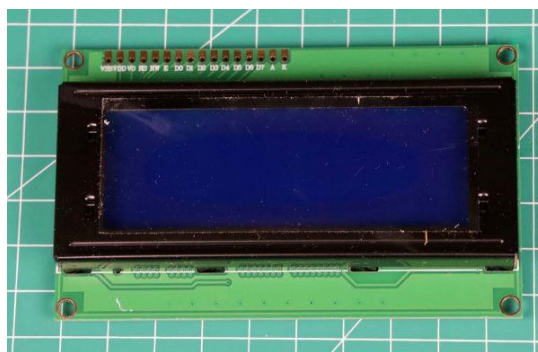
Gambar 2. 12 LM393 Speed Sensor Module IR Optocoupler Sensor [30]

### 2.5.6 LCD

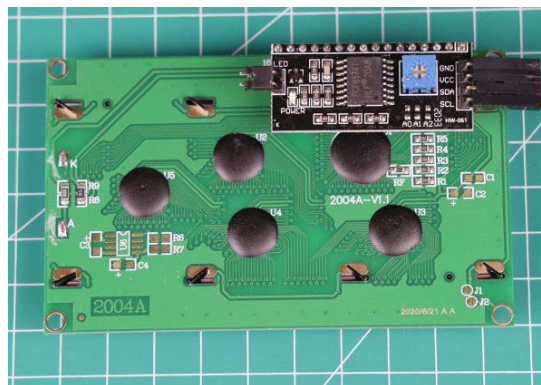
Display LCD alfanumerik yang digunakan memiliki jumlah karakter 20x4. Display ini dapat menampilkan 20 karakter mendatar dan 4 karakter menurun. Setiap karakter terdiri dari 7x5 piksel. Terdapat karakter standar di

dalamnya, namun jika ingin menambah karakter khusus, hal tersebut juga dapat dilakukan.

LCD ini secara bawaannya menggunakan komunikasi paralel. Komunikasi dengan mikroprosesor dapat dilakukan secara paralel namun cara ini memerlukan banyak pin pada mikroprosesor. Untuk mengurangi kebutuhan pin, digunakan komunikasi serial I2C dengan bantuan komponen PCF8574 [31]. Gambar LCD tampak depan dapat dilihat pada Gambar 2.13 dan tampak belakang dapat dilihat pada Gambar 2.14.



Gambar 2. 13 LCD 20×4 Tampak Depan [31]

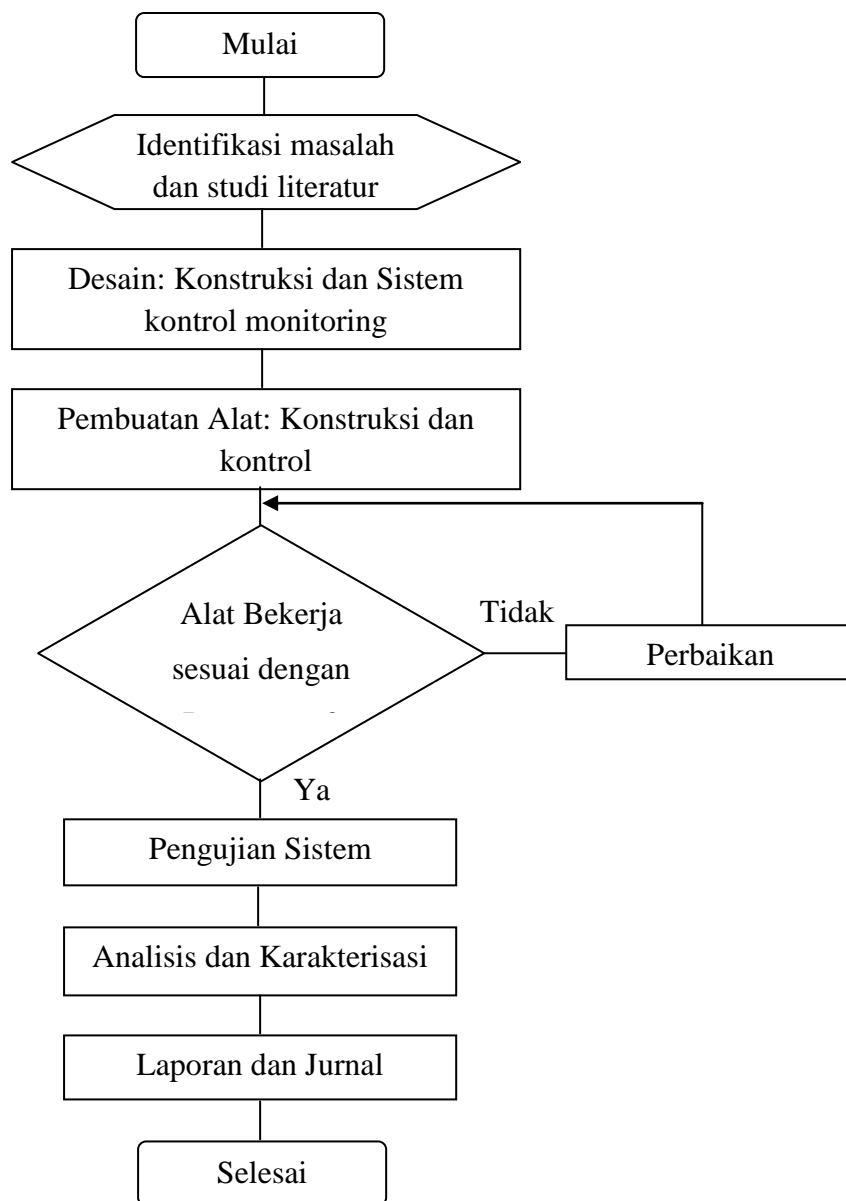


Gambar 2. 14. LCD 20×4 Tampak Belakang dengan Komunikasi Serial I2C [31]

**BAB III**  
**METODE PELAKSANAAN**

**3.1 Tahapan Perancangan dan Pembuatan Alat**

Gambar 3.1. menunjukkan tahapan penelitian yang akan dilakukan, mulai dari perancangan sistem, pengumpulan data dan uji coba pemodelan.



Gambar 3. 1 Alur Kegiatan

Untuk pemahaman yang lebih komprehensif, langkah-langkah penerapan PLTPH menggunakan Turbin *Archimedes Screw* dengan Sistem Pengontrolan *Inlet Air* dan *Monitoring* Berbasis *IoT* diuraikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Langkah-langkah Rancang Bangun PLTPH

No	Tahapan	Kegiatan	Rincian Kegiatan	Luaran
1	Identifikasi masalah dan studi literatur	Studi Pustaka	Pencarian materi dengan cara membaca dan mempelajari buku-buku atau <i>browsing</i> untuk mencari informasi tentang PLTPH menggunakan <i>Archimedes Screw</i>	Studi Pustaka
		Survei Lokasi	Metode ini dilakukan untuk mencari tempat yang dapat dijadikan alternatif pemasangan PLTPH	Lokasi alternatif pemasangan pembangkit
2	Desain: Konstruksi dan sistem kontrol <i>monitoring</i>	Perancangan Konseptual Alat	Metode ini dilakukan dengan cara merancang PLTPH menggunakan aplikasi <i>SolidWork</i> sesuai dengan perhitungan, kemudian menentukan kebutuhan alat-alat dan anggaran yang dibutuhkan	Gambar skematis diagram, desain alat, dan Anggaran yang dibutuhkan.
3	Pembangunan dan Uji Coba PLTPH	Pengerjaan Pembangkit	Pembangkit yang telah selesai dikerjakan oleh tim diuji coba.	PLTPH menggunakan <i>Archimedes Screw</i> dan <i>monitoring</i> melalui <i>smart phone</i>
4	Luaran Akhir	Evaluasi/ <i>Trial &amp; Error</i>	Hasil Uji coba pembangkit menjadi <i>feedback</i> untuk menyempurnakan alat.	PLTPH sudah beroperasi dengan baik

## 3.2 Studi Pustaka dan Survei

### 3.2.1 Studi Pustaka

Studi Pustaka merupakan tahap awal yang dilakukan sebelum memulai penelitian. Studi Pustaka dilakukan dengan mencari referensi yang berkaitan dengan topik penelitian pada jurnal, makalah, *website* atau buku. Studi pustaka yang dilakukan adalah referensi mengenai penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh beberapa peneliti yang berkaitan dengan turbin *Archimedes Screw*, pembangkit listrik tenaga air berskala kecil, kontrol *inlet* air, *monitoring* menggunakan *IoT* dan referensi lain mengenai hal-hal yang mendukung dasar teori.

### 3.2.2 Survei

Survei merupakan tahap awal yang dilakukan dalam merencanakan penelitian. Survei dilakukan dengan survei secara langsung dan tidak langsung. Terdapat beberapa survei yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu

- **Survei Lapangan**

Survei lapangan dilakukan untuk mencari potensi sumber energi air yang dapat menjadi sumber energi untuk menggerakkan turbin. Parameter yang harus sesuai dengan target rancangan diantaranya yaitu kecepatan aliran air, volume air dan ketinggian *head*.

Berdasarkan hasil survei lapangan, tempat yang memungkinkan untuk peletakan PLTPH yaitu di aliran sungai di Pelabuhan Desa Jelitik. Aliran sungai tersebut diprediksikan memiliki kecepatan aliran rata-rata sebesar 0.95 m/s. Pengukuran dilakukan pada tanggal 19 April 2021. Metode pengukuran dilakukan dengan metode sederhana yaitu mengalirkan sebuah *object* yang terapung di atas air dari titik ke titik berikutnya. Kemudian dilakukan penghitungan waktu yang dibutuhkan untuk *object* sampai dari titik awal ke titik akhir serta pengukuran panjang lintasannya. Percobaan ini dilakukan sebanyak 3 kali kemudian dihitung kecepatannya dengan rumus:

$$v = \frac{s}{t} \dots\dots\dots (3.2.1)$$



Dimana:

v adalah kecepatan

s adalah jarak

t adalah waktu

setelah itu dilakukan perhitungan kecepatan rata-rata dengan rumus:

$$\bar{v} = \frac{\sum v}{n} \dots\dots\dots (3.2.2)$$

Dimana:

$\bar{v}$  adalah kecepatan rata-rata

$\sum v$  adalah hasil jumlah kecepatan pada seluruh percobaan

n adalah banyak percobaan

Tabel 3. 2 Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran Sungai

Percobaan ke-	Jarak (m)	Waktu (s)	Kecepatan ( $m/s$ )
1	1	0.99	1.01
2	1	1.05	0.95
3	1	1.1	0.9
<b>Rata-rata</b>			0.95

- **Survei Barang**

Survei pembelian bahan dan barang yang diperlukan untuk proses pembuatan alat dilakukan dengan secara langsung ke toko terdekat atau secara tidak langsung dengan cara survei melalui *E-Commerce*. Survei barang dilakukan untuk menemukan kesesuaian spesifikasi alat dan sistem yang dirancang.

### 3.3 Kontruksi Alat

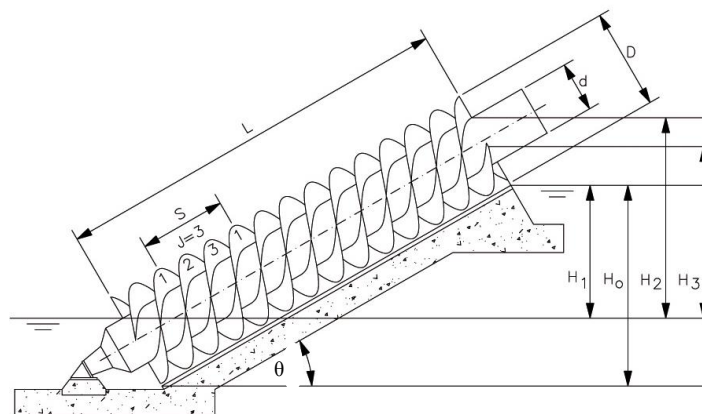
#### 3.3.1 Perancangan

Desain alat terdiri dari dua bagian, yaitu desain sistem PLTPH menggunakan turbin *Archimedes Screw* dan desain sistem kontrol *inlet* air untuk mengontrol putaran generator agar stabil. Rancangan PLTPH dilakukan dengan Analisa teoritis perhitungan *head*, debit, sudut ulir, sudut turbin, serta diameter

turbin sehingga menghasilkan *output* daya yang diinginkan yaitu sebesar  $\pm 450$  Watt.

### 3.3.1.1. Perhitungan Parameter Turbin

Berikut merupakan *variable* yang dipilih untuk desain PLTPH ini berdasarkan studi literatur dan asumsi rancangan. Ilustrasi parameter turbin dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Ilustrasi Parameter Turbin

- Ketinggian Jalur Turbin (H) : 0,75 m
- Kecepatan aliran air ( $\bar{v}$ ) : 0,5 m/s
- Kedalaman *input* air ( $h_0$ ) : 0,3 m
- Lebar *input* air ( $l$ ) : 0,6 m
- Sudut Turbin ( $\theta$ ) :  $32^\circ$
- Banyak Bilah (J) : 5 buah

Sehingga dapat dilakukan perhitungan *variable-variable* berikut:

#### 1. Debit (Q)

$$A = h_0 \times l \quad \dots\dots\dots (3.3.1)$$

$$Q = V \times A \quad \dots\dots\dots (3.3.2)$$

$$= V \times h_0 \times l$$

$$= 0,5 \text{ m/s} \times 0,3 \text{ m} \times 0,6 \text{ m} = 0,09 \text{ m}^3 / \text{s}$$

#### 2. Potensi Daya (P)

$$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H. \quad \dots\dots\dots (3.3.3)$$

$$= 1000 \cdot 9,81 \cdot 0,09 \cdot 0,75 = 662,2 \text{ Watt}$$

### 3. Diameter Turbin (D)

$$D = \sqrt[3]{\frac{Q}{kn}} \dots\dots\dots (3.3.4)$$

$$= \sqrt[3]{\frac{0,09}{0,274 \cdot 30}} = 0,22 \text{ m} = 22 \text{ cm}$$

### 4. Diameter Poros Turbin (d)

Perbandingan nilai diameter poros turbin dan diameter turbin yang paling optimal sebagai berikut [12]. Sehingga dapat dihitung diameter poros turbin adalah:

$$\frac{d}{D} = 0,3 \dots\dots\dots (3.3.5)$$

$$d = 0,3 D$$

$$= 0,3 \cdot 22 = 6,6 \text{ cm}$$

### 5. Pitch Turbin (S)

Untuk menentukan nilai *pitch* turbin, terlebih dahulu harus menentukan nilai sudut turbin ( $\theta$ ) [12]:

Jika sudut turbin  $\leq 30^\circ$ , maka  $S = 1,2 D$

Jika sudut turbin  $= 30^\circ$ , maka  $S = 1,0 D$

Jika sudut turbin  $\geq 30^\circ$ , maka  $S = 0,8 D \dots\dots\dots (3.3.6)$

$$S = 0,8 \times 22$$

$$= 17,6 \text{ cm}$$

### 6. Panjang Turbin (L)

$$L = \frac{H}{\sin\theta} \dots\dots\dots (3.3.7)$$

$$= \frac{0,75}{\sin 32^\circ} = 1,42 \text{ m}$$

### 7. Jumlah Ulir (Z)

$$Z = \frac{L}{S} \dots\dots\dots (3.3.8)$$

$$= \frac{1,42}{0,176}$$

$$\cong 8$$

### 8. Efisiensi Turbin ( $\eta$ )

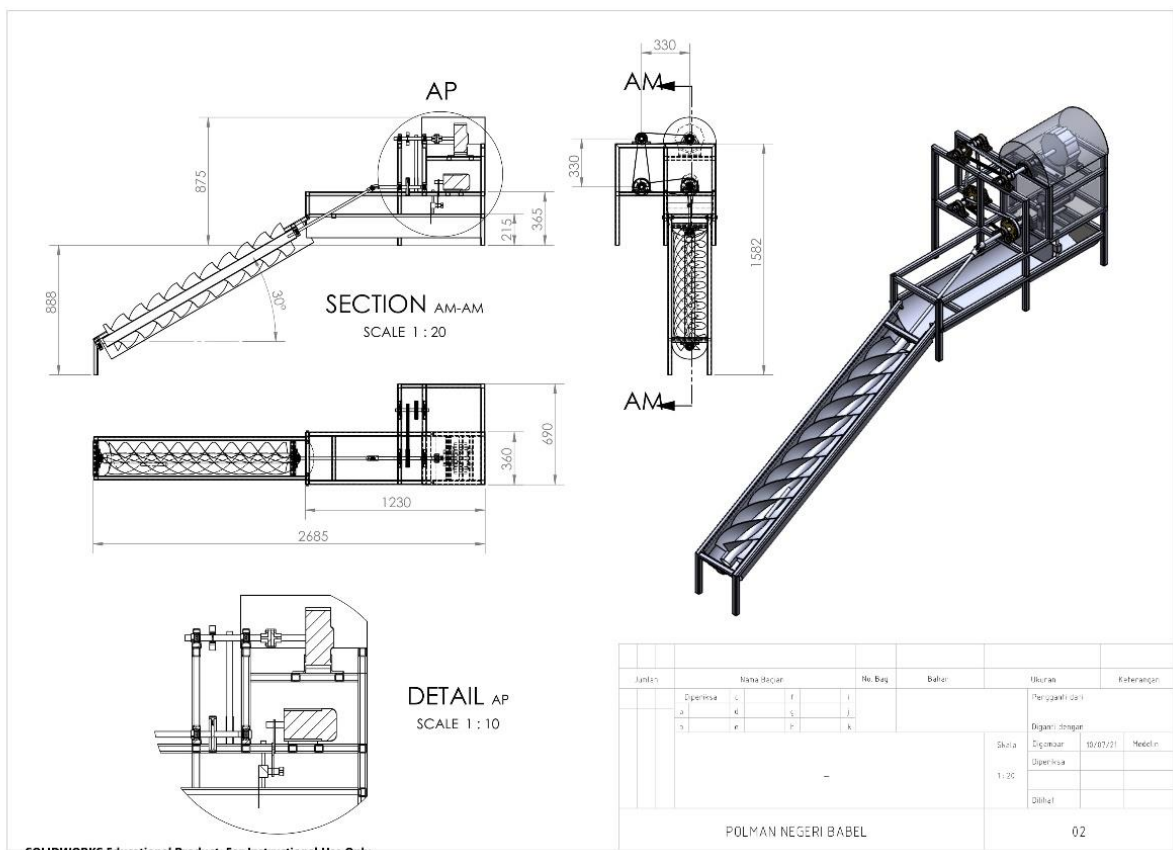
Besar Efisiensi turbin berkisar antara 75% sampai 90% tergantung pada jenis turbin (turbin yang besar memiliki efisiensi lebih tinggi)[11]. Untuk itu diambil efisiensi turbin adalah 75%.

### 9. Daya Turbin yang dihasilkan (P)

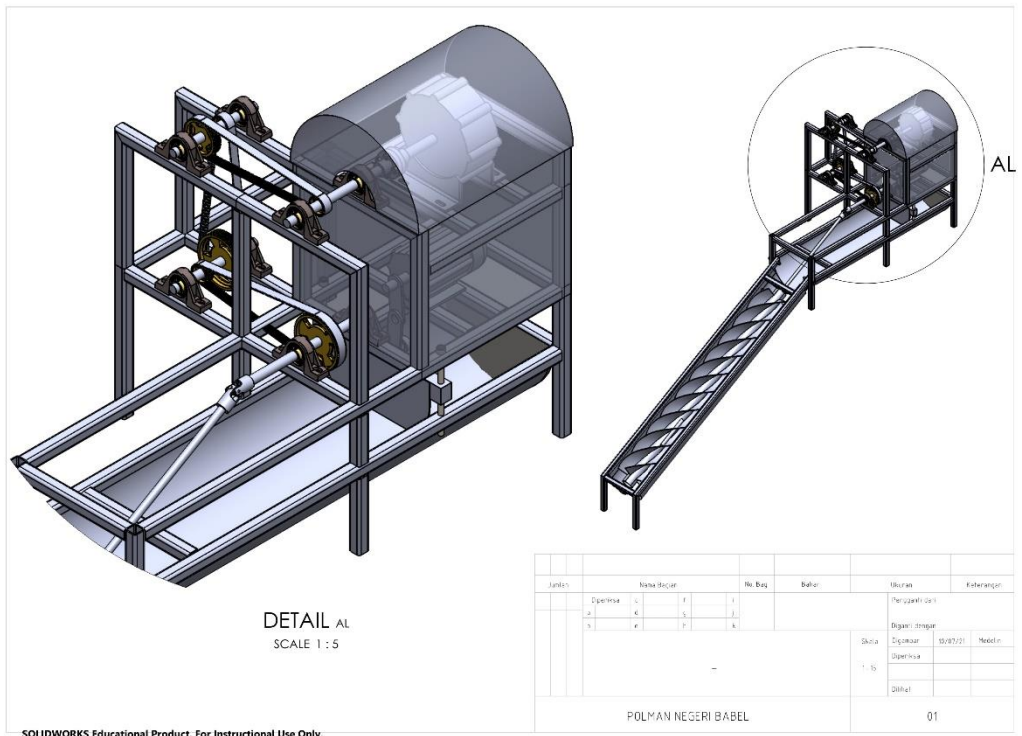
$$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \cdot \eta \dots\dots\dots (3.3.9)$$

$$= 1000 \cdot 9,81 \cdot 0,09 \cdot 0,75 \cdot 0,75 = 496,6 \text{ Watt}$$

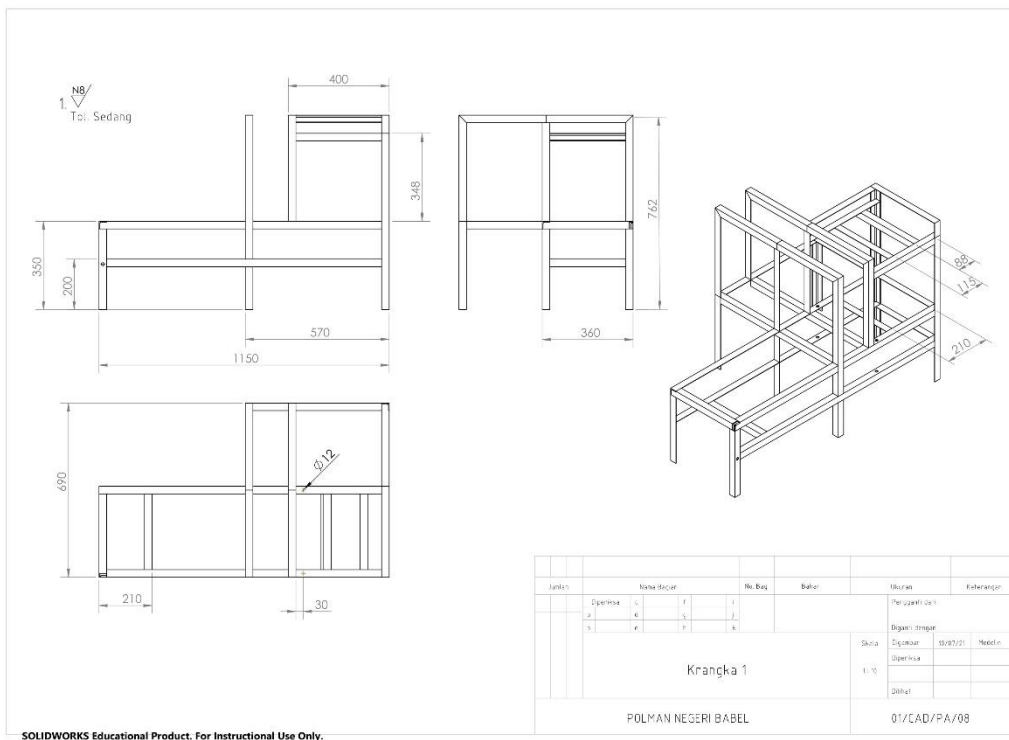
Perancangan konstruksi alat dilakukan dengan cara analisa perhitungan pada setiap parameter turbin sehingga menghasilkan keluaran yang diinginkan. Selanjutnya hasil perhitungan menjadi landasan dalam merancang alat menggunakan aplikasi *SolidWork*. Rancangan konstruksi PLTPH tergambar pada Gambar 3.3 dan Gambar 3.4. Sedangkan kerangka konstruksi dapat dilihat pada Gambar 3.5 dan Gambar 3.6 sebagai berikut.



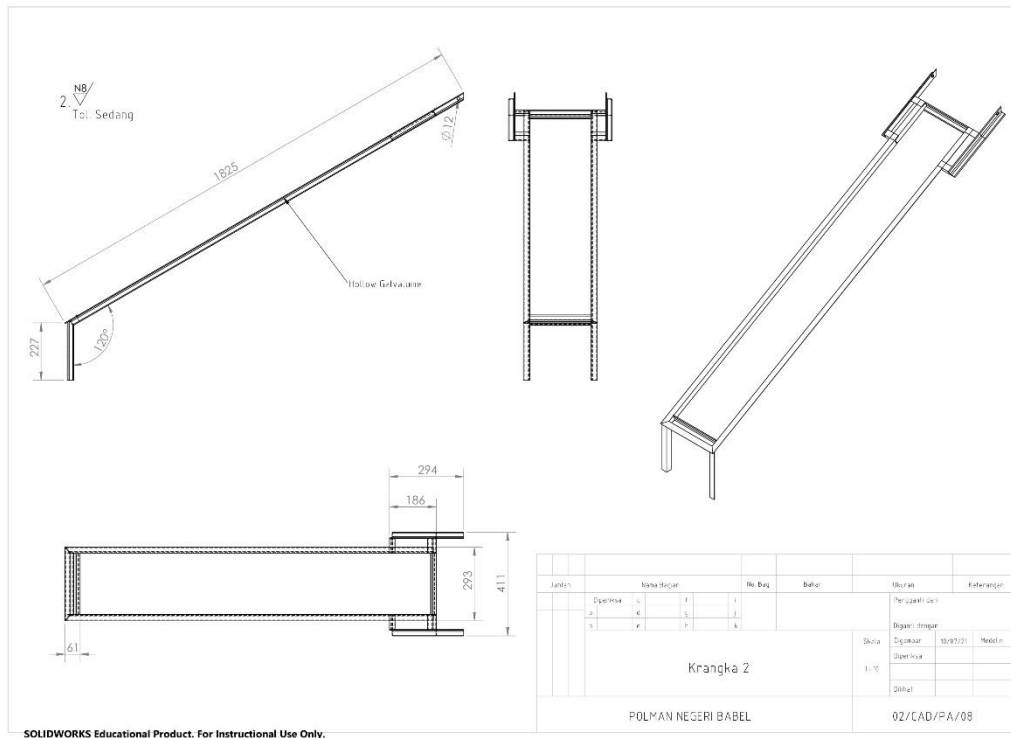
Gambar 3. 3 Rancangan Konstruksi PLTPH



Gambar 3. 4 Detail Konstruksi PLTPH



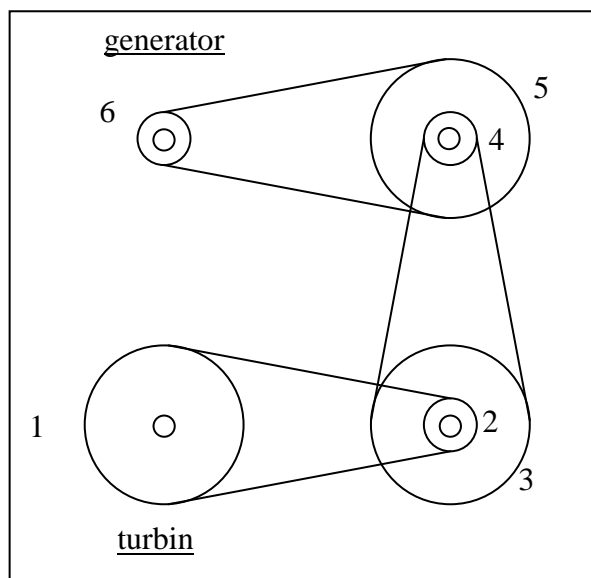
Gambar 3. 5 konstruksi Kerangka *Inlet* dan Sistem Kontrol



Gambar 3. 6 konstruksi Kerangka Dudukan Turbin

### 3.3.1.2. Perhitungan Sistem Transmisi

Sistem transmisi menggunakan *timing belt* untuk mempercepat putaran turbin ke generator. Skema sistem transmisi dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3. 7 Skema Sistem Transmisi

Adapun perhitungannya menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{Z_2}{Z_1} \dots\dots\dots (3.3.10)$$

Dimana:

N= kecepatan putaran angular (rpm)

Z= banyak gigi (buah)

- Transmisi 1

Diketahui:

$$N_6 = 600 \text{ rpm} \quad Z_6 = 20 \text{ buah}$$

$$N_5 = \dots \text{ rpm} \quad Z_5 = 60 \text{ buah}$$

Maka:

$$N_5 = \frac{N_6 \cdot Z_6}{Z_5} = \frac{600 \cdot 20}{60} = 200 \text{ rpm}$$

- Transmisi 2

Diketahui:

$$N_5 = N_4$$

$$N_4 = 600 \text{ rpm} \quad Z_4 = 20 \text{ buah}$$

$$N_3 = \dots \text{ rpm} \quad Z_3 = 60 \text{ buah}$$

Maka:

$$N_3 = \frac{N_4 \cdot Z_4}{Z_3} = \frac{200 \cdot 20}{60} = 66 \text{ rpm}$$

- Transmisi 3

Diketahui:

$$N_3 = N_2$$

$$N_2 = 66 \text{ rpm} \quad Z_2 = 20 \text{ buah}$$

$$N_1 = \dots \text{ rpm} \quad Z_1 = 60 \text{ buah}$$

Maka:

$$N_1 = \frac{N_2 \cdot Z_2}{Z_1} = \frac{66 \cdot 20}{60} = 22 \text{ rpm}$$

### 3.3.2 Pembuatan

Pembuatan alat dilakukan berdasarkan hasil survei barang, perhitungan dan rancangan yang telah dibuat. Pembuatan konstruksi yaitu pembuatan turbin dan kerangka PLTPH. Fabrikasi dilakukan di Bengkel Mekanik Polmanbabel.

Pembuatan Turbin memiliki tahapan pengerjaan sebagai berikut.

1. Membuat Mal menggunakan karton



Gambar 3. 8 Pembuatan Mal

2. Pemotongan pelat besi ukuran 1200\*2400\*1 mm menjadi persegi ukuran 240\*240 mm



Gambar 3. 9 Pemotongan Pelat



3. Membentuk pelat menjadi lingkaran dengan diameter luar 220 mm dan diameter dalam 105 mm.



Gambar 3. 10 Penggerindaan Pelat

4. *Marking* pipa *shaft* turbin sesuai perhitungan *pitch* 176 mm dan alur lima bilah sepanjang perhitungan panjang turbin yaitu 1400 mm. Karena di pasaran sulit menemukan pipa dengan diameter sesuai perhitungan maka diambil ukuran terdekat yang tersedia di pasaran yaitu berdiameter 7,2 cm.



Gambar 3. 11 Marking Ulir pada Pipa

5. Proses pengelasan pelat ke batang pipa sesuai *marking*.



Gambar 3. 12 Pengelasan Pelat

6. Proses dempul dan pengecatan turbin.



Gambar 3. 13 Dempul dan Pengecatan

7. Proses pembuatan dudukan poros turbin.



Gambar 3. 14 Pembuatan Dudukan Turbin

Pembuatan kerangka PLTPH memiliki tahapan pengerjaan sebagai berikut.

1. *Marking* Pelat Baja 1 mm untuk *inlet* air dan rumah turbin.



Gambar 3. 15 Marking Pelat

2. Bentuk Plat yang sudah di potong sesuai *marking* menjadi bentuk U dengan menggunakan mesin rol pelat



Gambar 3. 16 Proses Rol Pelat

3. *Marking* baja siku 30 x 30 sesuai rancangan kerangka kemudian potong menggunakan gerinda



Gambar 3. 17 Pemotongan Besi Siku

4. Untuk membentuk kerangka yang berbentuk kotak siku, *marking* baja berbentuk segitiga 45 sama kaki lalu gerinda sesuai *marking* dan gerinda tipis pada garis lurus dan jangan sampai baja terpotong habis kemudian lipat bagian tersebut sehingga membentuk siku.



Gambar 3. 18 Proses Membentuk Kerangka Siku

5. Proses pengelasan kerangka dan pelat U.



Gambar 3. 19 Proses Pengelasan

6. Merapikan dan menghaluskan permukaan yang telah dilas menggunakan gerinda.



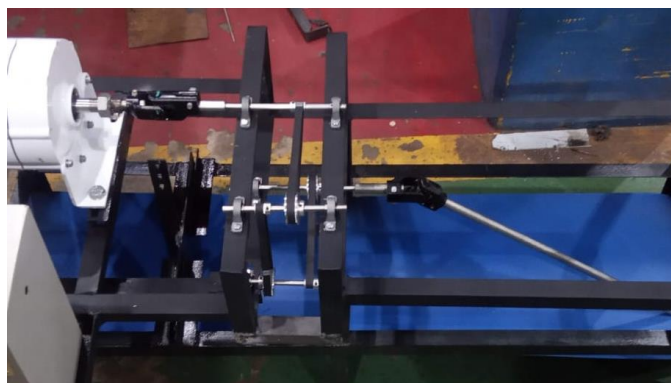
Gambar 3. 20 Proses Penghalusan Hasil Las

7. Bor lubang untuk baut dan *bearing* menggunakan mesin bor, mesin frais, atau mesin bor tangan..



Gambar 3. 21 Proses Pengeboran

8. Pembuatan *shaft* transmisi dengan proses bubut.



Gambar 3. 22 Hasil Pembubutan *Shaft*

9. Menghaluskan permukaan konstruksi menggunakan gerinda penghalus. Penghalusan bertujuan agar saat akan di cat, besi telah memiliki permukaan yang rata.



Gambar 3. 23 Proses Penghalusan *Finishing*

10. Pengecatan dengan cat dasar (epoxy) dan cat warna. Pengecatan berfungsi sebagai pelapis besi agar menghambat reaksi oksidasi pada permukaan besi dan agar alat memiliki nilai estetika.



Gambar 3. 24 Proses Pengecatan

11. Tahap terakhir yaitu peletakan komponen transmisi, turbin, generator, dan box panel sesuai posisi pada rancangan. Pada tahap ini diperlukan keakurasian dalam peletakan komponen yang bergerak agar satu sumbu terhadap satu sumbu acuan (*leveling*). Hal ini bertujuan untuk meminimalisir adanya rugi-rugi transmisi.



Gambar 3. 25 Proses Assembly

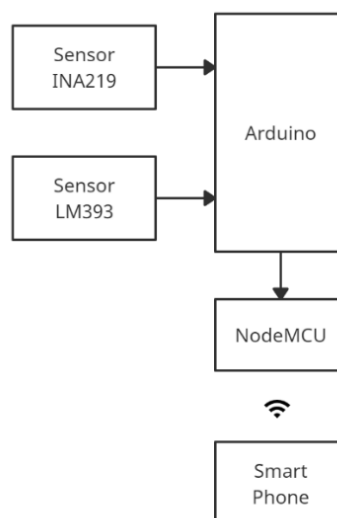
### 3.3.3 Uji Coba

Uji coba dilakukan ketika seluruh konstruksi telah selesai dikerjakan. Uji coba yang dilakukan yaitu dengan melihat konstruksi alat apakah sudah sesuai dengan yang dirancang dan apakah alat dapat diletakkan sesuai target tempat peletakan PLTPH.

## 3.4 Sistem Monitoring

### 3.4.1 Perancangan

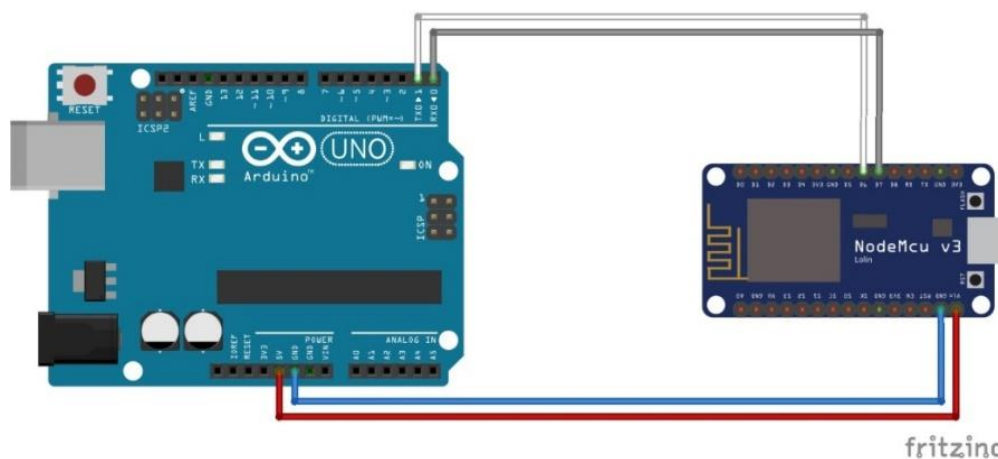
Perancangan sistem *monitoring* berbasis *IoT* menggunakan *software Blynk* dengan *driver IoT NodeMCU*. *Input* dari sensor akan diolah oleh *Arduino* yang kemudian datanya akan dikirimkan ke *NodeMCU*. Selanjutnya *NodeMCU* yang terkoneksi dengan aplikasi *Blynk* di *smart phone* dapat diakses oleh pengguna. Block diagram sistem dapat dilihat pada Gambar 3.26 sebagai berikut.



Gambar 3. 26 Block Diagram Sistem Monitoring Berbasis *IoT*

### 3.4.2 Pembuatan

Hasil rancangan program kemudian dijalankan dengan *input* data berupa sensor dan *output* data yang ditampilkan ke *smart phone*. Rangkaian antara *Arduino* dan *NodeMCU* dapat dilihat pada Gambar 3.27.



Gambar 3. 27 Rangkaian Node MCU

### 3.4.3 Uji Coba

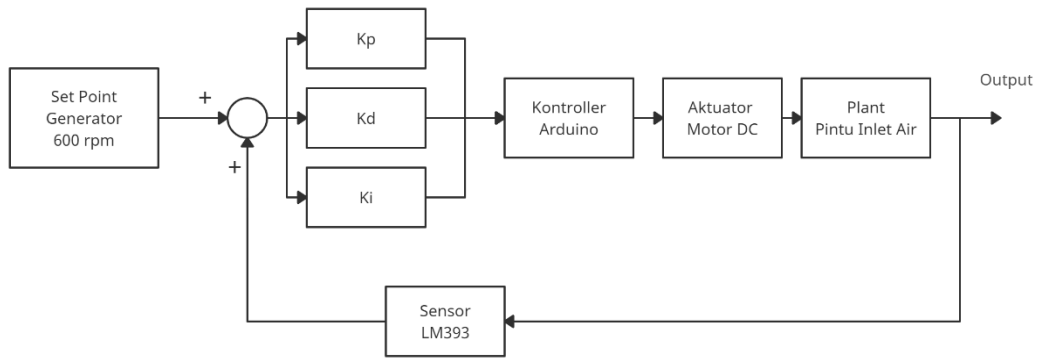
Uji Coba sistem *monitoring* dilakukan dengan kalibrasi menggunakan alat ukur sesuai dengan parameter yang ditampilkan pada aplikasi di *smartphone*. Perbandingan nilai pengukuran real dan data di *smartphone* kemudian dapat ditentukan tingkat ketepatan hasilnya.

## 3.5 Sistem Kontrol

### 3.5.1 Perancangan

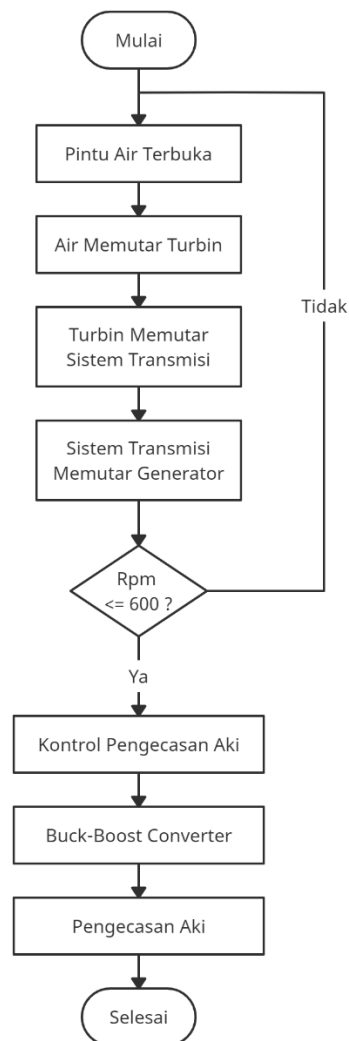
Rancangan sistem kontrol meliputi sistem kontrol pada pengecasan baterai dan sistem kontrol pada *inlet* air. Sistem kontrol pada *inlet* air menggunakan kontrol PID dengan metode *tunning trial & error* menggunakan aplikasi Excel. Kontrol dilakukan dengan rangkaian dan program menggunakan mikrokontroler, sensor LM393 dan aktuator Motor DC. Aktuator kemudian membuat plant pintu *inlet* air dapat naik turun sesuai perintah pengolahan kontrol PID di *Arduino*. Rancangan ini diharapkan membentuk suatu sistem yang dapat bekerja dengan baik. Adapun blok diagram sistem kontrol *inlet* air menggunakan PID kontroler pada PLTPH dapat dilihat pada Gambar 3. 28 sebagai berikut:





Gambar 3. 28 *Diagram Block* sistem kontrol PID pada PLTPH

Sedangkan sistem kerja keseluruhan yang menjelaskan tahapan atau langkah kerja tergambar pada *flowchart* pada Gambar 3.29 sebagai berikut:



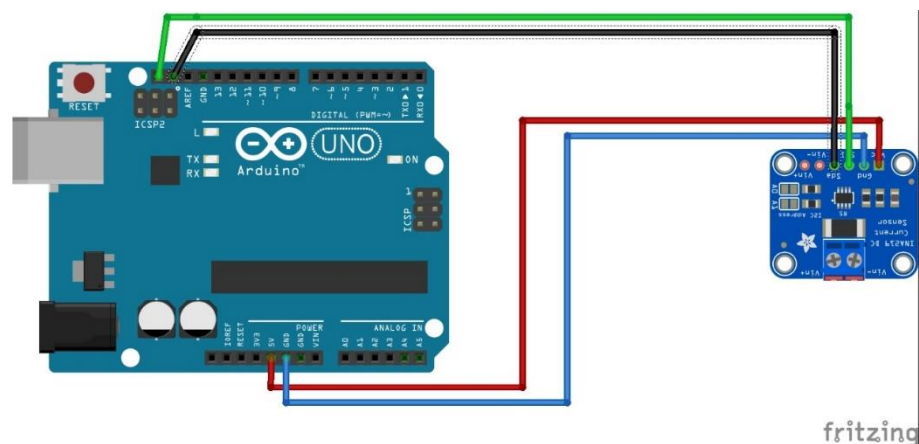
Gambar 3. 29 *Flowchart* PLTPH

### 3.5.2 Pembuatan

Pembuatan sistem kontrol dilakukan dengan pemrograman menggunakan *software Arduino IDE*. Dengan skema *wiring* setiap komponen dan skema gabungan sebagai berikut.

#### 3.5.2.1 Sensor INA219

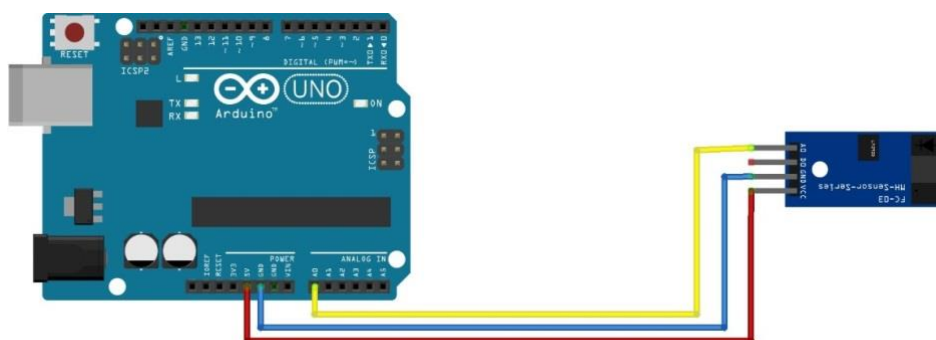
Berikut merupakan skema rangkaian kontrol menggunakan sensor INA219 yang dapat dilihat pada Gambar 3.30.



Gambar 3. 30 Rangkaian Sensor INA219

#### 3.5.2.2 Sensor LM393

Berikut merupakan skema rangkaian kontrol menggunakan sensor LM393 yang dapat dilihat pada Gambar 3.31.

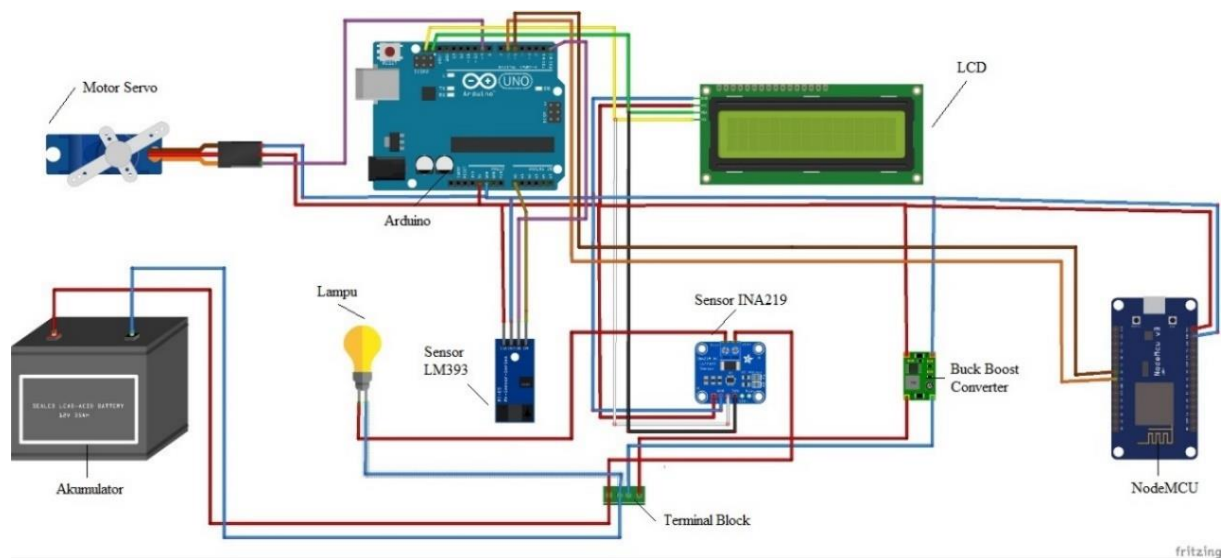


Gambar 3. 31 Rangkaian Sensor LM393



### 3.5.2.5 Rangkaian Gabungan

Berikut merupakan skema rangkaian kontrol gabungan yang dapat dilihat pada Gambar 3.34 sebagai berikut.



Gambar 3. 34 Rangkaian Gabungan

### 3.5.3 Uji Coba

Uji coba sistem kontrol dilakukan untuk melihat kinerja sistem kontrol dan ketepatan nilai yang dihasilkan oleh sistem kontrol. Uji coba dilakukan dengan melakukan pengukuran besaran pada setiap sensor.

## 3.6 Pembuatan Laporan Proyek Akhir

Pembuatan laporan akhir merupakan tahap terakhir dalam pembuatan proyek akhir. Bertujuan untuk merangkum semua pembahasan yang berkaitan dengan proyek akhir seperti latar belakang, rumusan masalah, tujuan, landasan teori, metode penelitian, pembahasan, hasil, kesimpulan, dan saran. Laporan Proyek Akhir juga sebagai penyaluran informasi dari penulis terhadap pembaca sehingga diharapkan dapat menjadi referensi bagi pembaca.

## **BAB IV**

### **PEMBAHASAN**

Bab pembahasan ini menguraikan proses dan hasil pengerjaan proyek akhir berdasarkan metode yang telah dipaparkan pada bab sebelumnya. Secara umum bab ini menguraikan tentang:

1. Deskripsi alat
2. Kontrol PID
3. Perakitan dan pengujian *hardware* elektrik setiap komponen
4. Uji coba *monitoring* pada *Blynk*
5. Pengambilan data pada Lab
6. Pengambilan data pada tempat real
7. Analisa

#### **4.1 Deskripsi Alat**

Sistem kerja PLTPH yaitu aliran air yang masuk ke dalam *inlet* air akan memutar turbin *Archimedes Screw*. Putaran mekanis dari turbin akan memutar *timing belt*. *Timing belt* pada sistem PLTPH berfungsi untuk menggandakan putaran turbin dengan rasio 1:20 terhadap putaran generator sehingga didapatkan energi yang lebih besar. Putaran mekanis pada generator kemudian akan menghasilkan energi listrik. Listrik yang dihasilkan oleh generator kemudian di searahkan oleh kontroler pengecasan aki, setelah itu di simpan ke dalam aki.

Agar dapat mengatur kestabilan putaran generator sebesar 600 rpm, diperlukan pengontrolan debit air. Sistem kontrol tersebut mendapat *input* berupa pengukuran rpm oleh tachometer yang dipasang pada generator yang kemudian diproses oleh *Arduino Uno*. Hasil proses data akan menentukan buka tutup *inlet* air yang diaktuasikan oleh motor DC untuk menggerakkan pintu air. *Monitoring* sistem ini dapat di akses melalui *smart phone*.

Dari hasil perhitungan rancangan, didapat spesifikasi pembangkit yang dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Parameter PLTPH

No.	Parameter	Nilai
1.	Sudut Turbin	32°
2.	Kecepatan putaran turbin	30 rpm
3.	Diameter Turbin	22 cm
4.	Diameter poros Turbin	5.4 cm
5.	Panjang Turbin	1,42 m
6.	Pich Turbin	17,6 cm
7.	Jumlah Blade dan Ulir	5 dan 8
8.	Efisiensi Turbin	75%
9.	<i>Head</i>	0,75 m
10.	Potensi Daya Sungai	662,2 Watt
11.	Daya Turbin Hasil Rancangan	496,6 Watt
12.	Kapasitas Generator AC	500 Watt dengan putaran 600 rpm
13.	Kapasitas Aki	7 Ah

Adapun hasil konstruksi PLTPH dapat dilihat pada Gambar 4.1 sebagai berikut.



Gambar 4. 1 Realisasi Alat

## 4.2 Kontrol PID

Hasil rancangan kontrol *inlet* air menggunakan kontrol PID dilakukan dengan membuat pemodelan posisi pintu air terhadap rpm generator terlebih dahulu dengan asumsi volume air tetap. Didapatlah skema hubungan antara rpm generator dan posisi pintu air yang dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Hubungan antara Rpm dan Posisi Pintu

Posisi (cm)	rpm
22	825
21	787.5
20	750
19	712.5
18	675
17	637.5
16	600
15	562.5
14	525
13	487.5
12	450
11	412.5
10	375
9	337.5
8	300
7	262.5
6	225
5	187.5
4	150
3	112.5
2	75
1	37.5
0	0

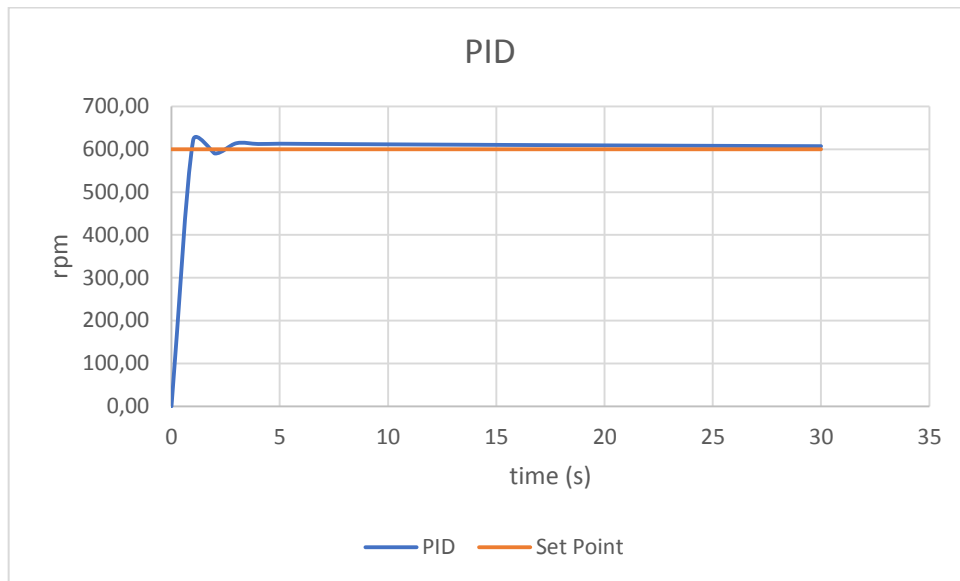
Dari skema yang ditunjukkan pada Tabel 4.2, selanjutnya dilakukan pengaturan kontrol PID untuk buka tutup *inlet* air dengan skema rancangan hasil tuning dengan nilai  $K_p= 0.026$   $K_i= 0.0006$  dan  $K_d= 0.001$ . Nilai tersebut diperoleh dengan metode *trial & error*. Sehingga didapat respon yang dapat dilihat pada Tabel 4.3 sebagai berikut.

Tabel 4. 3 Data Hasil Rancangan Kontrol PID

<b>time (s)</b>	<b>Kp</b>	<b>Ki</b>	<b>Kd</b>	<b>posisi pintu (cm)</b>	<b>rpm saat ini</b>	<b>set point</b>	<b>error</b>	<b><math>\Sigma</math> error</b>	<b><math>\Delta</math> error</b>
<b>0</b>	0.026	0.0006	0.001	0.00	0.00	600	600.00	600.00	600.00
<b>1</b>	0.026	0.0006	0.001	16.56	621.00	600	-21.00	579.00	-621.00
<b>2</b>	0.026	0.0006	0.001	15.74	590.27	600	9.74	588.74	30.74
<b>3</b>	0.026	0.0006	0.001	16.38	614.16	600	-14.16	574.58	-23.89
<b>4</b>	0.026	0.0006	0.001	16.33	612.39	600	-12.39	562.19	1.77
<b>5</b>	0.026	0.0006	0.001	16.35	613.03	600	-13.03	549.17	-0.64
<b>6</b>	0.026	0.0006	0.001	16.34	612.66	600	-12.66	536.51	0.37
<b>7</b>	0.026	0.0006	0.001	16.33	612.40	600	-12.40	524.11	0.26
<b>8</b>	0.026	0.0006	0.001	16.32	612.11	600	-12.11	512.00	0.29
<b>9</b>	0.026	0.0006	0.001	16.32	611.83	600	-11.83	500.16	0.28
<b>10</b>	0.026	0.0006	0.001	16.31	611.56	600	-11.56	488.60	0.27
<b>11</b>	0.026	0.0006	0.001	16.30	611.29	600	-11.29	477.31	0.27
<b>12</b>	0.026	0.0006	0.001	16.29	611.03	600	-11.03	466.28	0.26
<b>13</b>	0.026	0.0006	0.001	16.29	610.78	600	-10.78	455.50	0.25
<b>14</b>	0.026	0.0006	0.001	16.28	610.53	600	-10.53	444.97	0.25
<b>15</b>	0.026	0.0006	0.001	16.27	610.28	600	-10.28	434.69	0.24
<b>16</b>	0.026	0.0006	0.001	16.27	610.05	600	-10.05	424.64	0.24
<b>17</b>	0.026	0.0006	0.001	16.26	609.81	600	-9.81	414.83	0.23
<b>18</b>	0.026	0.0006	0.001	16.26	609.59	600	-9.59	405.24	0.23
<b>19</b>	0.026	0.0006	0.001	16.25	609.37	600	-9.37	395.87	0.22
<b>20</b>	0.026	0.0006	0.001	16.24	609.15	600	-9.15	386.72	0.22
<b>21</b>	0.026	0.0006	0.001	16.24	608.94	600	-8.94	377.79	0.21
<b>22</b>	0.026	0.0006	0.001	16.23	608.73	600	-8.73	369.05	0.21
<b>23</b>	0.026	0.0006	0.001	16.23	608.53	600	-8.53	360.52	0.20
<b>24</b>	0.026	0.0006	0.001	16.22	608.33	600	-8.33	352.19	0.20
<b>25</b>	0.026	0.0006	0.001	16.22	608.14	600	-8.14	344.05	0.19
<b>26</b>	0.026	0.0006	0.001	16.21	607.95	600	-7.95	336.10	0.19
<b>27</b>	0.026	0.0006	0.001	16.21	607.77	600	-7.77	328.33	0.18
<b>28</b>	0.026	0.0006	0.001	16.20	607.59	600	-7.59	320.74	0.18
<b>29</b>	0.026	0.0006	0.001	16.20	607.41	600	-7.41	313.33	0.18
<b>30</b>	0.026	0.0006	0.001	16.19	607.24	600	-7.24	306.09	0.17

Dari hasil tabel dapat diolah menjadi grafik yang menunjukkan perbandingan antara set point dan hasil kontrol PID terhadap waktu yang ditunjukkan pada Gambar 4.2.





Gambar 4. 2 Kontrol PID

Hasil rancangan tersebut selanjutnya direalisasikan ke lapangan. Respon realisasi kontrol inlet air di lapangan sudah dapat berjalan namun masih perlu perbaikan terutama pada kontruksi pintu air. Kemudian perlu dilakukan pemodelan ulang di lapangan agar respon kontrol lebih optimal. Jika hal tersebut telah dilakukan maka dapat dilakukan pengambilan data hasil uji coba kontrol inlet air di lapangan.

### 4.3 Pengujian Sensor

#### 4.3.1 Sensor INA219

Pengujian sensor INA219 dilakukan menggunakan pemrograman *Arduino* terlampir. Data hasil pengukuran menggunakan sensor INA219 dengan variasi nilai resistansi dapat dilihat pada Tabel 4.4 sebagai berikut.

Tabel 4. 4 Pengujian Sensor INA219

No.	R ( $\Omega$ )	Vdc (V)		Ketepatan V (%)	Idc (mA)		Ketepatan I (%)
		Alat Ukur	Sensor		Alat Ukur	Sensor	
1	4.630	12,22	12,16	99,51	2,64	2,70	97,78
2	991	12,22	12,10	99,02	12,26	12,50	98,08
3	434	12,13	12,12	99,92	28,01	28,18	99,40

### 4.3.2 Sensor LM393

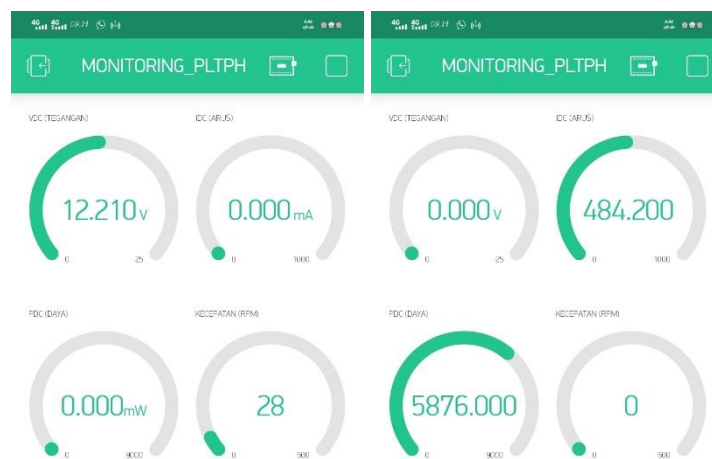
Pengujian Sensor LM393 dilakukan menggunakan pemrograman *Arduino* terlampir. Data hasil pengukuran menggunakan Sensor LM393 dapat dilihat pada Tabel 4.5 sebagai berikut.

Tabel 4. 5 Pengujian Sensor LM393

No	Tachometer (rpm)	Sensor LM393 (rpm)	Ketepatan (%)
1	214	211	98.60
2	67	66	98.51
3	429	431	99.54
<b>Rata-Rata</b>			98.88

### 4.4 Monitoring pada Blynk

*Monitoring* melalui aplikasi *Blynk* dapat dilakukan dengan baik namun masih terdapat *bugging* yang menyebabkan data tidak ditampilkan secara bersamaan. Tampilan *monitoring* pada aplikasi *Blynk* dapat dilihat pada Gambar 4.3 sebagai berikut.



Gambar 4. 3 Tampilan *Monitoring* pada *Blynk*

### 4.5 Pengambilan Data pada Lab

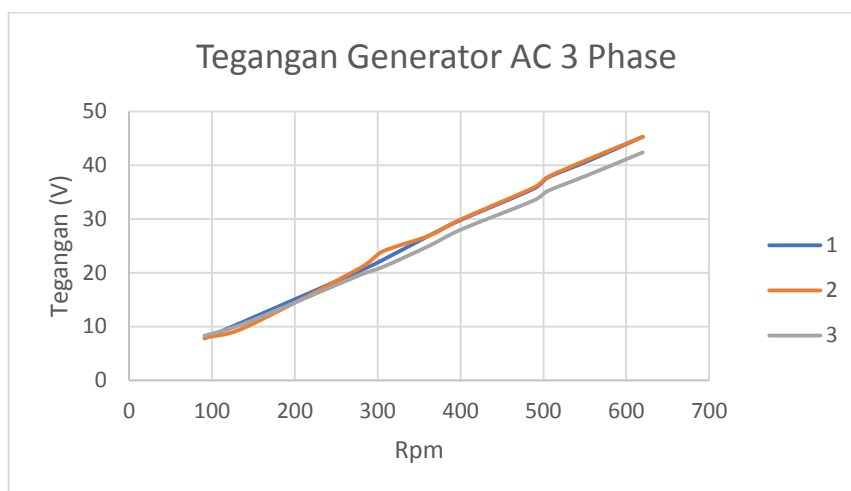
Sebagai data pembanding maka dilakukan pengambilan data pada laboratorium elektronika dengan cara menghubungkan motor DC sebagai penggerak generator. Hasil data pengukuran menunjukkan bahwa pada kecepatan

rpm optimal sesuai spesifikasi generator yaitu berkisar 600 rpm maka generator akan menghasilkan tegangan *output* sebesar 45 Volt. Tegangan kerja generator mulai dari kecepatan 91 rpm yaitu sebesar 8 Volt. Selanjutnya dilakukan pengukuran arus *output* generator dengan beban 1.5k $\Omega$ . Hasil pengukuran tegangan dan arus *output* generator dapat dilihat di Tabel 4.6.

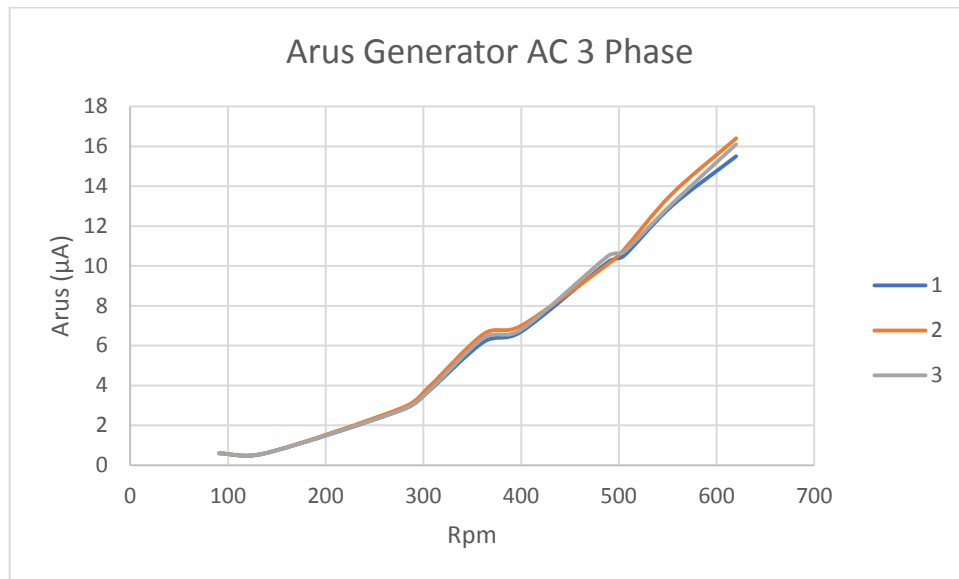
Tabel 4. 6 Pengaruh Rpm terhadap Tegangan dan Arus Generator

No.	RPM Motor DC	Tegangan Generator (V)			Arus Generator ( $\mu$ A)		
		1	2	3	1	2	3
1	620	45.3	45.3	42.4	15.5	16.4	16.1
2	554	40.8	41.1	38.2	13	13.6	13.1
3	505	37.7	37.8	35.2	10.5	10.8	10.7
4	489	35.7	35.9	33.5	10.2	10.1	10.5
5	400	29.8	29.9	28	6.7	7	6.8
6	362	26.9	26.9	25	6.2	6.6	6.4
7	305	22.3	23.9	21	3.7	3.9	3.7
8	279	20.4	20.9	19.6	2.8	2.9	2.8
9	138	10.9	9.7	10.5	0.6	0.6	0.6
10	91	7.8	7.9	8.3	0.6	0.6	0.6

Dari tabel tersebut dapat diolah menjadi Gambar 4.4. dan Gambar 4.5. Grafik menunjukkan bahwa nilai tegangan dan arus berbanding lurus dengan nilai rpm.



Gambar 4. 4 Tegangan AC terhadap Rpm



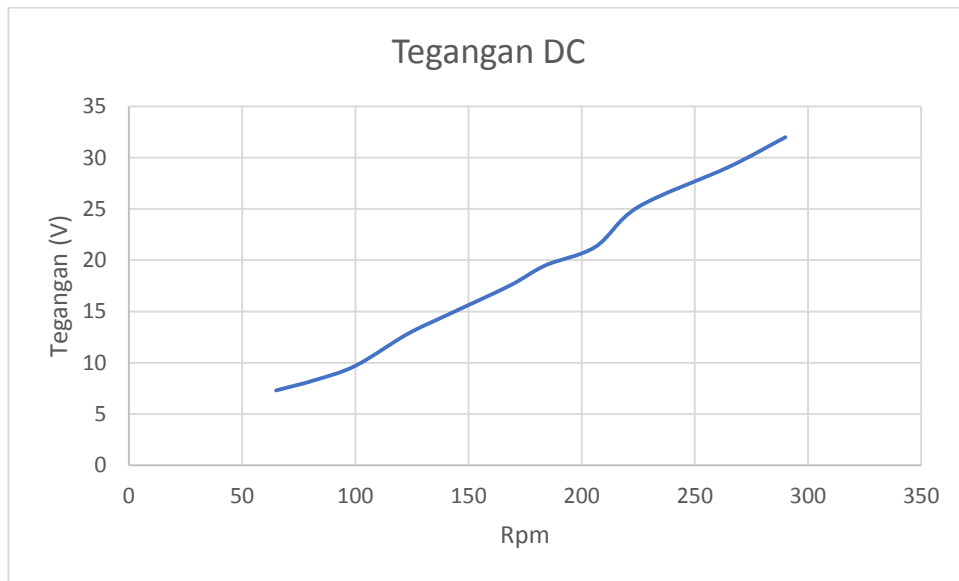
Gambar 4. 5 Arus AC terhadap Rpm

Keluaran dari generator AC 3 phase kemudian di searahkan dengan kontroler pengecasan aki. Pengukuran *output* kontroler sebagai berikut.

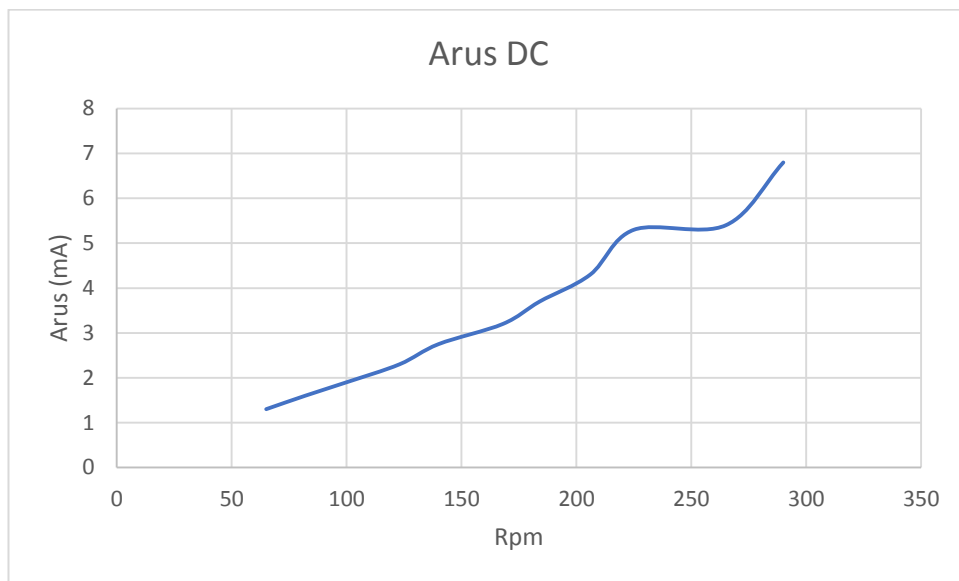
Tabel 4. 7 Pengaruh Rpm terhadap Tegangan dan Arus Pengecasan Aki

No.	RPM Motor DC	Tegangan DC	Arus DC
		Multimeter (V)	Multimeter (mA)
1	65	7.3	1.3
2	82	8.3	1.6
3	100	9.7	1.9
4	123	12.8	2.3
5	140	14.6	2.75
6	168	17.5	3.2
7	184	19.5	3.7
8	206	21.3	4.3
9	225	25.2	5.3
10	265	29.1	5.4
11	290	32	6.8

Dari tabel tersebut dapat diolah menjadi grafik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.6 dan Gambar 4.7. Grafik menunjukkan bahwa nilai tegangan dan arus juga berbanding lurus dengan nilai rpm.



Gambar 4. 6 Tegangan DC terhadap Rpm



Gambar 4. 7 Arus DC terhadap Rpm

#### 4.6 Pengambilan Data di Lapangan

Pengambilan data pada lapangan dilakukan dengan mengukur tegangan dan arus output generator yang digerakkan dengan turbin *Archimedes Screw* tanpa transmisi. Pengukuran dilakukan pada tanggal 26 Agustus 2021 pada pukul 09.00 – 09.30 WIB. Uji coba PLTPH di lokasi aliran sungai sesuai rencana alternatif peletakan pembangkit dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4. 8 Pengambilan Data di Lapangan

Pada Tabel berikut merupakan hasil pengukuran pada sensor yang ditampilkan ke LCD pada kontrol panel dan monitoring pada *IoT* yang kemudian nilainya dibandingkan dengan alat ukur dan perhitungan. Tabel hasil dapat dilihat pada Tabel 4.8 dan tabel 4.9 sebagai berikut.

Tabel 4. 8 Hasil Pengukuran Tegangan dan Arus di Lapangan

No	Waktu	Tegangan (V)					Arus (A)				
		Alat Ukur	LCD	Ketepatan LCD (%)	<i>IoT</i>	Ketepatan <i>IoT</i> (%)	Perhitungan	LCD	Ketepatan LCD (%)	<i>IoT</i>	Ketepatan <i>IoT</i> (%)
1	09.00	12,63	12,1	95,72	12,21	96,67	0,40	0,48	82,48	0,48	82,48
2	09.15	12,98	12,3	94,76	12,61	97,15	0,41	0,49	83,04	0,49	83,04
3	09.30	13,84	13,2	95,38	13,73	99,21	0,43	0,51	85,07	0,49	88,54
<b>Ketepatan Rata-Rata</b>				95,29		97,68			83,53		84,69

Tabel 4. 9 Hasil Pengukuran Daya dan Rpm di Lapangan

No	Waktu	Daya (W)					Rpm				
		Perhitungan	LCD	Ketepatan LCD (%)	<i>IoT</i>	Ketepatan <i>IoT</i> (%)	Alat Ukur	LCD	Ketepatan LCD (%)	<i>IoT</i>	Ketepatan <i>IoT</i> (%)
1	09.00	5,00	5,81	86,01	5,876	85,10	128	8	6,25	28	21,88
2	09.15	5,28	5,73	92,17	5,876	89,88	134	10	7,46	35	26,12
3	09.30	6,00	6,62	90,70	5,912	98,46	142	12	8,45	39	27,46
<b>Ketepatan Rata-Rata</b>				89,63		91,15			7,39		25,15

Dari Tabel 4.7 tersebut dapat dilihat bahwa ketepatan rata-rata monitoring pengukuran nilai tegangan via LCD yaitu sebesar 95,29 % dan via *IoT* sebesar 97,68%. Selanjutnya ketepatan rata-rata monitoring pengukuran nilai

arus via LCD yaitu sebesar 83,53 % dan via *IoT* sebesar 84,69%. Pada Tabel 4.8 nilai rata-rata ketepatan pengukuran Daya pada tampilan *monitoring* di LCD yaitu 89,63% dan via *IoT* sebesar 91,15%. Sedangkan nilai rata-rata ketepatan pengukuran rpm generator pada LCD yaitu sebesar 7,39% dan via *IoT* sebesar 25,15%. Rendahnya nilai ketepatan pengukuran rpm menggunakan sensor disebabkan karena belum terkalibrasinya sensor dengan baik dan benar. Kalibrasi sensor dapat dilakukan dengan mengukur nilai diameter *object* yang berputar pada sensor yang kemudian nilai tersebut dimasukkan ke dalam program di *Arduino*.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Setelah melakukan tahap perancangan dan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) yang kemudian dilanjutkan dengan tahap pengujian, maka berdasarkan hasil data yang diperoleh melalui pengujian dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pengujian lab menunjukkan hasil nilai tegangan saat rpm generator berada pada kondisi optimum yaitu  $\pm 45$  V AC dan pada kondisi minimum yaitu pada kecepatan 91 rpm menghasilkan  $\pm 8$  V AC.
2. PLTPH tanpa transmisi menghasilkan tegangan sebesar  $\pm 12$  V DC pada putaran generator 128 rpm.
3. Pengujian real menunjukkan ketepatan nilai *monitoring* tegangan, arus dan daya via LCD dan *IoT* di atas 80% namun ketepatan *monitoring* nilai rpm masih di bawah 30%.
4. Respon realisasi kontrol inlet air dilapangan sudah dapat berjalan namun masih perlu perbaikan kontruksi dan peningkatan pemodelan sesuai respon di lapangan.

#### **5.2 Saran**

Dari hasil proyek akhir ini masih terdapat beberapa kekurangan dan dimungkinkan untuk melakukan pengembangan lebih lanjut. Beberapa saran yang perlu penulis sampaikan adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan turbin menggunakan *Archimedes Screw* memiliki tingkat fabrikasi yang cukup sulit jika dilakukan secara manual. Oleh karena itu disarankan agar screw dapat dibuat menggunakan *3D printing* agar lebih presisi.



2. Merealisasikan dan menyempurnakan sistem kontrol *inlet* air dengan menggunakan metode *tunning* yang lebih baik dari pada metode *trial & error* seperti metode Ziegler-Nichols atau Matlab versi terbaru
3. Menyempurnakan sistem *monitoring* berbasis *IoT* dengan platform yang dapat membuat aplikasi dengan lebih fleksibel seperti firebase dll.
4. Menambahkan personil dalam Proyek Akhir ini dari Prodi Perancangan Mekanik dan Prodi Perbaikan dan Perawatan Mesin.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] DEN, “Kebijakan Energi Nasional (KEN) Road Map Kebijakan Ketahanan Dan Kemandirian Energi,” 2014. <https://den.go.id>. (accessed Feb. 18, 2021).
- [2] A. M. A. Haidar, M. F. M. Senan, A. Noman, and T. Radman, “Utilization of pico hydro generation in domestic and commercial loads,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 16, no. 1, pp. 518–524, 2012, doi: 10.1016/j.rser.2011.08.017.
- [3] M. A. T. Saputra, A. I. . Weking, and I. W. Artawijaya, “Eksperimental Pengaruh Variasi Sudut Ulir Pada Turbin Ulir (Archimedean Screw) Pusat Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Dengan Head Rendah,” *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 18, no. 1, pp. 83–90, 2019, doi: 10.24843/MITE.2019.v18i01.P12.
- [4] T. Kristyadi, R. Aditya, and P. Nugraha, “Pengembangan Governor Elektrik Berbasis Arduino sebagai Sistem Kontrol Turbin Air Screw,” *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 8, no. 3, p. 533, 2020, doi: 10.26760/elkomika.v8i3.533.
- [5] I. G. W. Putra, A. I. Weking, and L. Jasa, “Analisa Pengaruh Tekanan Air Terhadap Kinerja PLTMH dengan Menggunakan Turbin Archimedes Screw,” *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 17, no. 3, p. 385, 2018, doi: 10.24843/mite.2018.v17i03.p13.
- [6] J. T. B. Arto, F. Hunaini, and M. . Mukhsim, “Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Microhydro Portable menggunakan Archimedes Screw,” *Conf. Innov. Appl. Sci. Technol.*, no. Ciastech, pp. 395–402, 2020.
- [7] G. Dellinger, S. Simmons, W. D. Lubitz, P. A. Garambois, and N. Dellinger, “Effect of slope and number of blades on Archimedes screw generator power output,” *Renew. Energy*, vol. 136, pp. 896–908, 2019, doi: 10.1016/j.renene.2019.01.060.

- [8] H. B. Harja, H. Abdurrahim, S. Yoewono, and H. Riyanto, "Penentuan Dimensi Sudu Turbin dan Sudut Kemiringan Poros Turbin pada Turbin Ulir Archimedes," *Issn*, vol. 36, no. 1, pp. 26–33, 2014.
- [9] E. Steps, "Design and make a water pump – an Archimedes' screw." [https://www.sfi.ie/site-files/primary-science/media/pdfs/col/engineers\\_ireland\\_design\\_and\\_make\\_a\\_water\\_pump.pdf](https://www.sfi.ie/site-files/primary-science/media/pdfs/col/engineers_ireland_design_and_make_a_water_pump.pdf).
- [10] G. Müller and J. Senior, "Simplified theory of Archimedean screws," *J. Hydraul. Res.*, vol. 47, no. 5, pp. 666–669, 2009, doi: 10.3826/jhr.2009.3475.
- [11] A. Havendri and H. Lius, "Perancangan dan realisasi model prototipe turbin air type screw (archimeden turbine) untuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro dengan head rendah di Indonesia," *TeknikA*, vol. 31, no. 2, pp. 1–7, 2009.
- [12] E. Saefudin, T. Kristyadi, M. Rifki, and S. Arifin, "Turbin Screw Untuk Pembangkit Listrik Skala Mikrohidro Ramah Lingkungan," *J. Rekayasa Hijau*, vol. 1, no. 3, pp. 233–244, 2018, doi: 10.26760/jrh.v1i3.1775.
- [13] Hyprowira, "Penjelasan Generator Magnet Beserta Fungsinya," 2020. <https://hyprowira.com/blog/generator-magnet> (accessed Jun. 09, 2021).
- [14] E. Lusiana, U. Ikhwan, and M. Sugeng, "Penyuluhan & Aplikasi Energi Terbarukan (Solar Cell) Guna Memenuhi Kebutuhan Energi Alternatif Pengganti Listrik Di Wilayah Dusun Nglinggo Kelurahan Pagerharjo Kecamatan Samigaluh Kabupaten Kulon Progo," *Pengabd. Dharma Bakti*, vol. 1, no. 1, pp. 15–21, 2018.
- [15] Ruparupa, "Gs Aki Kering Gtz-5s Mf," 2021. <https://www.ruparupa.com/acestore/gs-aki-kering-gtz-5s-mf.html> (accessed Aug. 20, 2021).
- [16] S. Abubakar, S. Hardi, and R. Alfayumi, "Sistem Pengendali Tegangan pada Generator Induksi 3 Phasa Menggunakan Kontrol PI," *JET (Journal Electr. Technol.)*, vol. 2, no. 3, pp. 18–26, 2017.
- [17] Joom, "FW06-24 IP67 Waterproof 24V Wind Charge Controller Wind

Generator Controller.”

<https://www.joom.com/en/products/5c9c87ae8b2c370101a64d04> (accessed Jun. 10, 2021).

- [18] Arduino.cc, “ARDUINO MEGA 2560 REV3.” <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3> (accessed Jun. 10, 2021).
- [19] Febrianto, “Apa itu Arduino Uno?,” 2014. <https://ndoware.com/apa-itu-arduino-uno.html> (accessed Jun. 10, 2021).
- [20] ArduinoStore, “Arduino Uno Rev3,” 2021. <https://store-usa.arduino.cc/products/arduino-uno-rev3/> (accessed Aug. 20, 2021).
- [21] S. SB, “BUCK-BOOST CONVERTER,” 2019. <https://www.sandielektronik.com/2018/12/buck-boost-converter.html> (accessed Jul. 12, 2021).
- [22] K. J. Songin and W. D. Lubitz, “Measurement of fill level and effects of overflow in power-generating Archimedes screws,” *J. Hydraul. Res.*, vol. 57, no. 5, pp. 635–646, 2019, doi: 10.1080/00221686.2018.1534285.
- [23] J. A. Momoh, “Smart grid design for efficient and flexible power networks operation and control,” *2009 IEEE/PES Power Syst. Conf. Expo. PSCE 2009*, 2009, doi: 10.1109/PSCE.2009.4840074.
- [24] N. A. Hidayatullah and D. E. Juliando, “Desain dan Aplikasi Internet of Thing (IoT) untuk Smart Grid Power Sistem,” *VOLT J. Ilm. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 1, p. 35, 2017, doi: 10.30870/volt.v2i1.1347.
- [25] Ardutech, “Apa itu NodeMCU V3 & Fungsinya dalam IoT (Internet of Things).” <https://www.ardutech.com/apa-itu-nodemcu-v3-fungsinya-dalam-iot-internet-of-things/> (accessed Jun. 10, 2021).
- [26] P. Serikul, N. Nakpong, and N. Nakjuatong, “Smart Farm Monitoring via the Blynk IoT Platform,” *2018 Sixt. Int. Conf. ICT Knowl. Eng.*, pp. 70–75, 2018.
- [27] Solarduino, “How to combine values from 2 NodeMCU using Bridge Widget using Blynk App for Online Monitoring,” 2020. <https://solarduino.com/how-to-combine-values-from-different-nodemcu-using-blynk-app-for-online-monitoring/> (accessed Aug. 20, 2021).

- [28] A. Faudin, "Cara Mengukur Tegangan & Arus DC Menggunakan Sensor INA219," 2017. <https://www.nyebarilmu.com/cara-mengukur-tegangan-arus-dc-menggunakan-sensor-ina219/> (accessed Jul. 29, 2021).
- [29] Nyebarilmu, "Cara mengukur tegangan & arus DC menggunakan sensor INA219," 2017. <https://www.nyebarilmu.com/cara-mengukur-tegangan-arus-dc-menggunakan-sensor-ina219/> (accessed Aug. 20, 2021).
- [30] Bukalapak, "Motor Speed Sensor Module IR Optocoupler Sensor Kecepatan Sistem Celah," 2021. <https://www.bukalapak.com/p/elektronik/komponen-elektronik/1cxtioe-jual-motor-speed-sensor-module-ir-optocoupler-sensor-kecepatan-sistem-celah> (accessed Aug. 20, 2021).
- [31] W. Adijarto, "LCD 20×4," 2021. <https://elektrologi.iptek.web.id/lcd-20x4/> (accessed Jul. 29, 2021).

**LAMPIRAN**  
**LAMPIRAN 1**  
**DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

**A. Identitas Diri**

1	Nama Lengkap	Dherry Riski Andhika
2	Jenis Kelamin	Laki-laki
3	Program Studi	D-III Teknik Elektronika
4	NIM	0031805
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Pangkal Pinang, 5 Januari 2001
6	Alamat E-mail	<a href="mailto:dherryriski6@gmail.com">dherryriski6@gmail.com</a>
7	Nomor Telepon/HP	0812717775502



**B. Kegiatan Kemahasiswaan Yang Sedang/Pernah Diikuti**

No	Jenis Kegiatan	Status dalam Kegiatan	Waktu dan Tempat
1	UKM Futsal	Anggota	Setiap Hari Kamis, Polman Babel

Sungailiat, 4 Agustus 2021

Dherry Riski Andhika

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Hairullah
2	Jenis Kelamin	Laki-laki
3	Program Studi	D-III Teknik Elektronika
4	NIM	0031812
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Air Jangkang, 11 Agustus 2000
6	Alamat E-mail	<a href="mailto:hairullah.hairullah61@gmail.com">hairullah.hairullah61@gmail.com</a>
7	Nomor Telepon/HP	081368064435



### B. Kegiatan Kemahasiswaan Yang Sedang/Pernah Diikuti

No	Jenis Kegiatan	Status dalam Kegiatan	Waktu dan Tempat
1	UKM Robotik (Ostatik)	Anggota	Setiap Hari Rabu, Ruang Ostatik Polman Babel

### C. Penghargaan Yang Pernah Diterima

No	Jenis Penghargaan	Pihak Pemberi Penghargaan	Tahun
1	Juara 3 Robot Line Follower Digital E-Mosfet	Universitas Bangka Belitung	2019

Sungailiat, 4 Agustus 2021

Hairullah

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Medeline Citra Vanessa
2	Jenis Kelamin	Perempuan
3	Program Studi	D-III Teknik Elektronika
4	NIM	0031818
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Jakarta, 25 September 1997
6	Alamat E-mail	<a href="mailto:medelinecv@gmail.com">medelinecv@gmail.com</a>
7	Nomor Telepon/HP	081247861296



### B. Kegiatan Kemahasiswaan Yang Pernah Diikuti

No	Jenis Kegiatan	Status dalam Kegiatan
1	Forum Lembaga Legislatif Mahasiswa Indonesia (FL2MI) Wilayah Bangka Belitung	Sekretaris Komisi I
2	Senat Mahasiswa Polmanbabel 2019/2020	Sekretaris I

### C. Penghargaan Yang Pernah Diterima

No	Jenis Penghargaan	Pihak Pemberi Penghargaan	Tahun
1	Top 10 Novice Writing NPEO	Nasional	2021
2	Lolos Pendanaan PKM-T & PKM-T	Kemdikbud	2020
3	Lolos Pendanaan PKM-T & PKM-K	Ristekdikti	2019

Sungailiat, 4 Agustus 2021

Medeline Citra Vanessa



## LAMPIRAN 2

### PROGRAM KESELURUHAN

#### ❖ PROGRAM ARDUINO

```
// Library yang digunakan
#include <Wire.h> // Library untuk komunikasi ke
board arduino
#include <PID_v1.h> // Library untuk PID
#include <INA219.h> // Library untuk sensor INA219
#include <LiquidCrystal_I2C.h> // Library untuk komunikasi lcd ke
driver I2C
#include <Adafruit_INA219.h> // Library untuk address sensor
INA219
#include <SoftwareSerial.h> // Library untuk mengaktifkan
komunikasi software serial arduino dari atau ke nodeMCU
#include <Servo.h> // Library untuk motor Servo

// Inisialisasi pin komunikasi serial arduino dengan nodeMCU
SoftwareSerial ArduinoUno (7, 6);

// Deklarasi alamat I2C LCD yang digunakan
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);

// Pengalamatan sensor INA219
const int INA_addr=0x40;
Adafruit_INA219 ina219(INA_addr);

// Variable untuk mengaktifkan motor servo
Servo myservo;

// Deklarasi Variable data PID
double Setpoint ; // nilai set point
double Input; // sensor tachometer
double Output ; //motor DC
double Map;

// PID parameters
double Kp=0.01, Ki=0.002, Kd=0.001;

// Create PID instance
PID myPID(&Input, &Output, &Setpoint, Kp, Ki, Kd, DIRECT);

// Deklarasi variabel untuk sensor INA219
double busvoltage = 0;
double daya = 0;

// Deklarasi pin dan variabel untuk sensor ACS712-5A
const int analogIn = A0;

// kalibrasi sensor sesuai tipe acs712
```

```

int mVperAmp = 185;    //185 = ACS712 5A, 100 = ACS712 20A, 66 =
ACS712-30A
int RawValue= 0;
int ACSoffset = 2500;
double Voltage = 0;
double Amps = 0;

// deklarasi varibale untuk data sensor lm393
int encoder_pin = 2;    // Pin sensor yang digunakan
unsigned int rpm;
volatile byte pulses;
unsigned long timeold;

// variable untuk mengatur berapa besar jarak disk yang digunakan
unsigned int pulsesperturn = 10;

void setup()
{
    // initialize ina219 dengan maks pengukuran 32V, 2A
    uint32_t currentFrequency;
    ina219.begin();

    // Mengaktifkan serial monitor
    Serial.begin(4800);

    // Mengaktifkan motor servo pada pin 9
    myservo.attach(9);

    // Mengaktifkan komunikasi software serial dari Arduino ke
NodeMCU
    ArduinoUno.begin(4800);

    // Nilai rpm yang diinginkan
    Setpoint = 600;

    // Mengaktifkan PID
    myPID.SetMode(AUTOMATIC);

    // Mengatur nilai PID
    myPID.SetTunings(Kp, Ki, Kd);

    pinMode(analogIn, INPUT);
    // Inisialisasi pin sensor lm393 sebagai input
    pinMode(encoder_pin, INPUT); //Interrupt 0 is digital pin 2,
so that is where the IR detector is connected

    // Set awal nilai variable untuk sensor lm393
    pulses = 0;
    rpm = 0;
    timeold = 0;

    // Triggers on FALLING (change from HIGH to LOW)
    attachInterrupt(0, counter, FALLING);

    // Initialize the lcd
    lcd.init();

```

```

    lcd.backlight();

    //Tampilan awal pada LCD
    lcd.setCursor(1, 0);
    lcd.print("PEMBANGKIT LISTRIK");
    lcd.setCursor(7, 1);
    lcd.print("TENAGA");
    lcd.setCursor(6, 2);
    lcd.print("PICOHYDRO");
    delay(3000);
    lcd.clear();
}

void loop()
{
    pid();    // Pemanggilan data void pid
    acs();    // Pemanggilan data void acs
    ina1();   // Pemanggilan data void ina1
    ina2();   // Pemanggilan data void ina2

    // Menampilkan nilai pembacaan sensor ke lcd
    lcd.clear();
    if(busvoltage !=NAN)
    {
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("VDC : ");
        lcd.print(busvoltage);
        lcd.print(" V");
    }

    if(Amps !=NAN)
    {
        lcd.setCursor(0, 1);
        lcd.print("IDC : ");
        lcd.print(Amps);
        lcd.print(" A");
    }

    if(daya !=NAN)
    {
        lcd.setCursor(0, 2);
        lcd.print("PDC : ");
        lcd.print(daya);
        lcd.print(" W");
    }

    if(rpm !=NAN)
    {
        lcd.setCursor(0, 3);
        lcd.print("v   : ");
        lcd.print(rpm);
        lcd.print(" RPM");
    }
}

```

## ❖ PROGRAM NODEMCU

```
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <SoftwareSerial.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
BlynkTimer timer;

// ===== CONNECT TO WIFI =====
char auth[] = "X_kQiHyDqdhJnrYkDALbw_yEB8fURtr3";
char ssid[] = "POLM";
char pass[] = "11222333";

SoftwareSerial NodeMCU(D5, D6); // deklarasi pin D6=12=rx dan
D7=13=tx pada node mcu

int A,B,C,D;
char a;
String str;
float pid1,pid,in1,in2,in3,inal,ina2,acs;
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  NodeMCU.begin(4800);
  Blynk.begin(auth, ssid, pass);
  pinMode(D5, INPUT);
  pinMode(D6, OUTPUT);
}

void loop()
{
  while (NodeMCU.available() > 0)
  {
    {
      pid=NodeMCU.parseFloat();
      a=NodeMCU.read();

      if(a=='A')
      {
        pid1=pid;
        Serial.println(pid1);
        str = " ";
        a=0;
      }
      if(a!='A')
      {
        str+=a;
      }
      Blynk.virtualWrite(V3, pid1);
    }
    {
      inal=NodeMCU.parseFloat();
      a=NodeMCU.read();
      if(a=='C')
      {
```

```

        in1=in1;
        Serial.println(in1);
        str =" ";
        a=0;
    }
    if(a!='C')
    {
        str+=a;
    }
    Blynk.virtualWrite(V0, in1);
}
{
    ina2=NodeMCU.parseFloat();
    a=NodeMCU.read();
    if(a=='D')
    {
        in2=in2;
        Serial.println(in2);
        str =" ";
        a=0;
    }
    if(a!='D')
    {
        str+=a;
    }
    Blynk.virtualWrite(V1, in2);
}
{
    acs=NodeMCU.parseFloat();
    a=NodeMCU.read();
    if(a=='B')
    {
        in3=acs;
        Serial.println(in3);
        str =" ";
        a=0;
    }
    if(a!='B')
    {
        str+=a;
    }
    Blynk.virtualWrite(V2, in3);
}
}
Blynk.run();
timer.run();
}

```

**LAMPIRAN 3**

**DATA SHEET**

*terlampir*

## **Lm393 Motor Speed Measuring Sensor Module For Arduino**



Widely used in motor speed detection, pulse count, the position limit, etc. The DO output interface can be directly connected to a micro-controller IO port, if there is a block detection sensor, such as the speed of the motor encoder can detect.

DO modules can be connected to the relay, limit switch, and other functions, it can also with the active buzzer module, compose alarm.

### **Main technical characteristics:**

- Dimensions: 32 x 14 x 7mm.
- The sensor reading slot has a width of 5mm.
- Two outputs, one Digital and one Analog.
- LED power indicator.
- LED indicator of the output pulses of pin D0.

### **Features**

- Using imported trough type optical coupling sensor, groove width 5 mm.
- The output state light, lamp output level, the output low level light.
- Covered : output high level; Without sunscreen : the output low level.
- The comparator output, signal clean, good waveform, driving ability is strong, for more than 15 ma.
- The working voltage of 3.3 V to 5 V
- Output form: digital switch output (0 and 1)
- A fixed bolt hole, convenient installation
- Small board PCB size: 3.2 cm x 1.4 cm
- Use the LM393 wide voltage comparator Module

### **USES:**

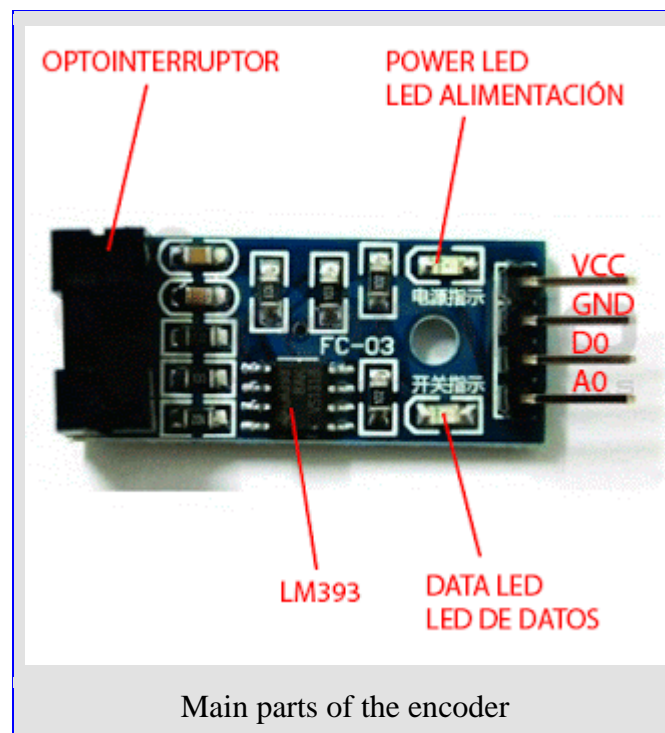
- The module without slot, the receiving tube conduction, module DO output low level, shade, the DO output high level;

- the DO output interface can be directly connected to a microcontroller IO port, if there is a block detection sensor, such as the speed of the motor encoder can detect.
- DO modules can be connected to the relay, limit switch, and other functions, can also with the active buzzer module, alarm. Product connection details: The positive 3.3-1, VCC power supply 5 v2, GND connect power cathode
- DO TTL switch signal output4, AO the module does not work Shipping list: A speed measuring sensor module

This IR speed module sensor with the comparator LM393, we can calculate the speed of rotation of the wheels of our robot. If we place a ring gear that rotates attached to our wheel. It could also be used as an optical switch.

The basic operation of this sensor is as follows; If anything is passed between the sensor slot, it creates a digital pulse on the DO pin. This pulse goes from 0V to 5V and is a digital TTL signal. Then with Arduino we can read this pulse.

Here are the different parts:

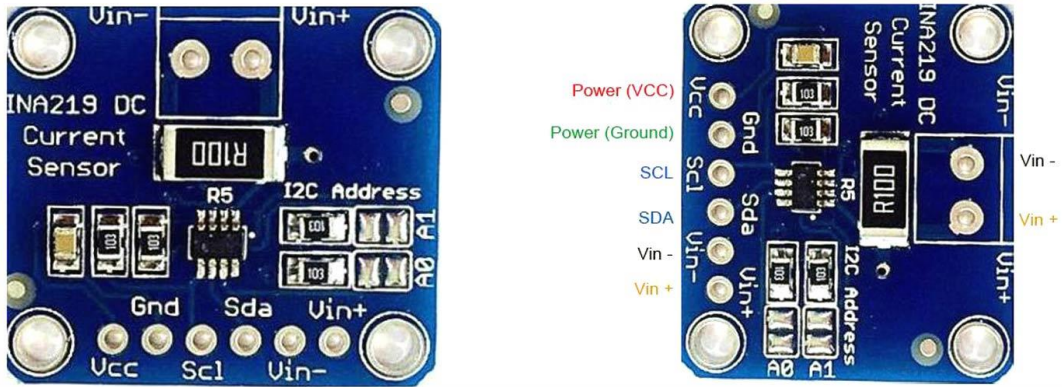


#### Wiring specification:

- **VCC** Connect the positive 3.3 5 v power supply
- **GND** Connect power negative
- **DO** TTL switch signal output
- **AO** This module does not work
- The module do not have Analog output.



# INA219 Based Current Sensor Module



**INA219 Current Sensor Module  
INA219 Current Sensor Module Pinout**

The INA219 based Current sensor module **CJMCU-219** is an I2C interface based zero drift and bi-directional current/power monitoring module. It can sense shunt voltage, current, and power at the same time and submit the data via I2C protocol. It has 0.1 Ohms, a 1% shunt resistor to fulfill the requirement of current measurements. It has a powerful 12-bit ADC that converts the current sensed by a precision amplifier. The current sensing range is  $\pm 3.2A$  with a resolution of 0.8mA.

This module can measure DC voltage up to +26V.

## INA219 Current Sensor Module Pinout Configuration

Pin Name	Function	Comments
VIN-	Sensed Input line -	Same connection available on the interface section.
VIN+	Sensed Input line +	Same connection available on the interface section.
VCC	Input voltage	For powering up the module
GND	GND	
SCL	I2C SCL	

SDA	I2C SDA	
-----	---------	--

## Features

1. Power Input: 3.0V-5.5V
2. Up to +26V target voltage
3. 0.1 ohm 1% 2W current sense resistor
4. Up to  $\pm 3.2$ A current measurement, with  $\pm 0.8$ mA resolution
5. Senses Bus Voltages from 0 to 26 V
6. 2C- or SMBus-compatible interface
7. Up to 128 samples can be averaged to achieve filtering in noisy environments.
8. Board Dimension: 0.8 x 0.9 inch (l x w x h)

Note: Complete technical details can be found in the [INA219 Datasheet](#) linked at the bottom of this page.

## Alternative Products

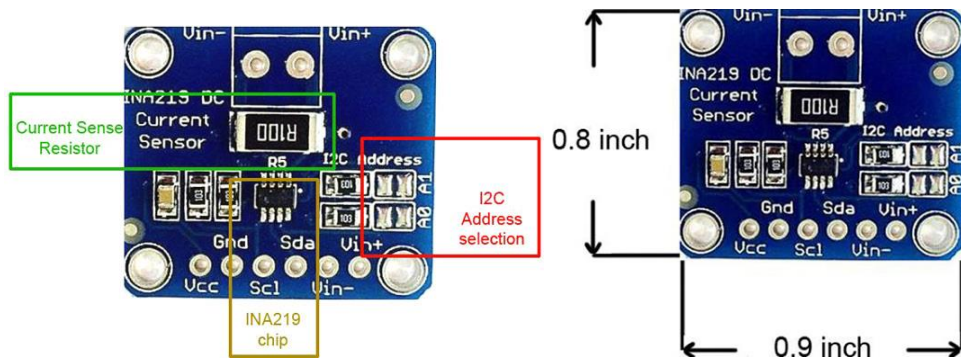
Alternative and compatible products for INA219 based current sensor module boards are listed below -

1. [ACS712 Current Sensor Module - 20A](#)

## INA219 Current Sensor Module - Overview

The current sensor is an essential component of the power monitoring system. INA219 is capable of sensing power, voltage, and current with a 128 sample averaging and submitting the data to a host microcontroller using the I2C bus protocol.

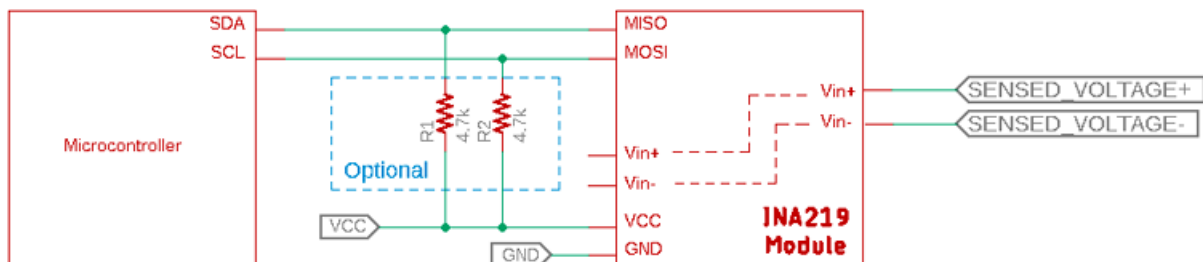
The module supports two I2C bus addresses that can be configured using a solderable jumper setting.



It has a 2W 0.1 Ohms 1% rated shunt resistor that can be replaced by the desired value. The input section also has a footprint of a terminal block that can be soldered additionally.

## Interfacing Diagram

Current sensor modules can be interfaced with any kind of microcontroller like **PIC**, **Arduino**, etc. that has an I2C bus interface.



Note: I2C bus requires pull-up resistors. Kindly add a 4.7k pull-up resistor in both SCL and SDA bus lines. Ignore if it is added to the host development board.

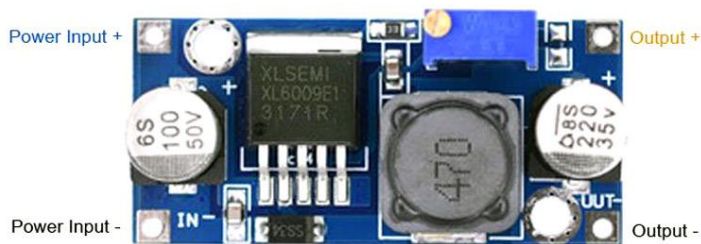
## Application

1. Power Profiler.
2. Digital multimeter.

## 2D Model

The dimensions of the INA219 Current sensor Module is shown below-

# XL6009 DC-DC Buck Boost Converter Module



## XL6009 DC-DC Step Down Module XL6009 Module Pinout

This DC-DC switching boost converter is **capable of driving a 4A load** with excellent line and load regulation. The main switching component **XL6009 IC** is available in fixed output voltages of 3.3 V, 5V, 12V, and an adjustable output version. It is an efficient switching regulator and the output efficiency is significantly higher in comparison with the popular boost regulators. At higher input voltages, the regulator operates at a switching frequency of 400kHz thus allowing the overall board size to be smaller and space-saving.

The XL6009 module is a DC to DC BUCK-BOOST converter module that operates at a switching frequency of 400kHz. In such high frequency, it provides smaller sized filter components compared with low frequency switching regulators. It is the upgraded version of the LM2577 based module.

## Pin Description of XL6009 Power module Board

Pin Name	Description
IN+	Positive input (Unregulated or Regulated)
IN-	Negative input (Ground)

OUT+	Positive Output (Regulated)
OUT-	Negative Output (Ground)

The pinout can be easily seen in the Board Legend., the pin names are also marked for your reference as you can see below.

## Features and specification of XL6009 DC-DC Power module

- Input voltage: 3 - 32V
- Output voltage: 5 - 35V (adjustable)
- Output current: Maximum output current 4A
- **Note:** The higher the voltage, the load current increases.
- Efficiency of this regulator upto <94%
- Load regulation: 0.5%
- Voltage regulation: 0.5%
- Adjustable potentiometer onboard for output voltage adjustment.
- Non - isolated constant voltage module.
- Non - synchronous rectification.
- Short circuit proportion: current limiting since the recovery.
- Dimension: 45\*20\*14 mm (L\*W\*H)

**Note:** Complete technical details can be found in the [XL6009 Datasheet](#) linked at the bottom of this page.

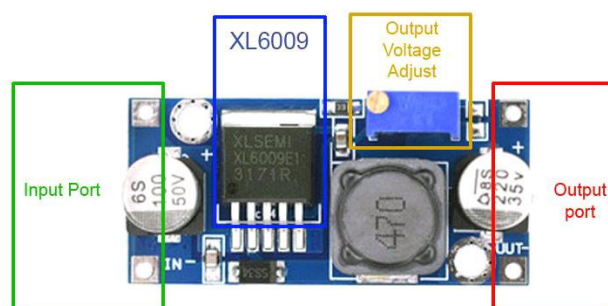
## Alternative product of XL6009 Based power module Board

Alternative and compatible products for XL6009 based DC-DC step-down power module boards are listed below -

1. MT3608 based 2A rated DC-DC step-down module
2. [LM2596 Adjustable Regulator Module](#)

## XL6009 Power Module Board - Overview

The main driver is XL6009-Adj.

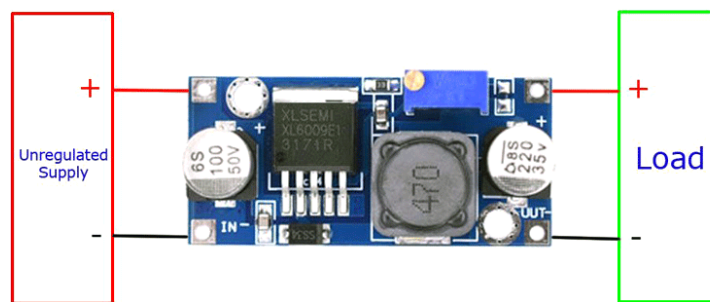


The XL6009-Adj based **DC-DC step-up module** offers 4A of rated current from a 3 - 32V of the input voltage. The power module has a potentiometer to adjust the output voltage according to the user needs. Although the module uses a **PCB based heat sink** it is recommended to use an additional heat sink if the output power rating exceeds 15W. The module also offers a very high conversion efficiency of less than 94% with a 0.5% load regulation that can be an excellent choice for audio electronics-related products. Higher conversion efficiency enables battery-operated applications as well.

Users can adjust the potentiometer to get the output voltage from 5V to 35V. However, the higher input voltage offers higher load current capabilities.

### Interfacing Diagram

The interfacing of the XL6009 module is quite easy. Connect the regulated or unregulated input across the IN+ and IN- pin and use the potentiometer to adjust the output voltage. Connect the load directly at OUT+ and OUT- pins.



### Applications of XL6009 Power Module Board

- DIY based power supply
- To serve the power requirements of Audio-based circuits
- High current applications with small space

### 2D Model

The dimensions of the XL6009 based Power Module Board is shown below -

