

## **TUGAS AKHIR**

# **PENERAPAN SISTEM IOT SEBAGAI PEMANTAU KINERJA PEMBANGKIT HYBRID (PLTMH DAN PLTS) MENGUNAKAN THINGER I/O**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memproleh  
Gelar Sarjana Teknik Elektro Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh :**

**M. KHAIRIL IMANDA**

**1707220005**



**UMSU**  
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2021**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Muhammad Khairil Imanda

NPM : 1707220005

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : PENERAPAN SISTEM IOT SEBAGAI PEMANTAU  
KINERJA PEMBANGKIT HYBRID (PLTMH DAN  
PLTS) MENGGUNAKAN THINGER I/O

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 30-10-2021

**Mengetahui dan Menyetujui**

**Pembimbing**



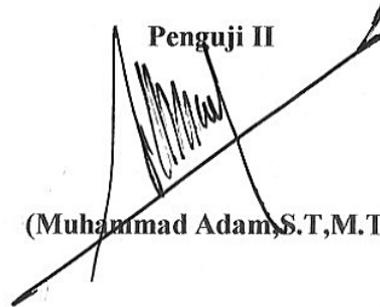
( Rimbawati S.T.,M.T )

**Penguji I**



(Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T)

**Penguji II**



(Muhammad Adam, S.T., M.T)



**Program Studi Teknik Elektro**

(Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T)

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Muhammad Khairil Imanda  
NPM : 1707220005  
Tempat/Tanggal Lahir : Tanjung Selamat, 12 Agustus 1999  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas akhir saya yang berjudul :

### **PENERAPAN SISTEM IOT SEBAGAI PEMANTAU KINERJA PEMBANGKIT HYBRID (PLTMH DAN PLTS) MENGGUNAKAN THINGER I/O**

Bukan merupakan plagiarisme, pencuri hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh ti fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan / kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas Akademik di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 16 Oktober 2021

Saya yang Menyatakan



**MUHAMMAD KHAIRIL IMANDA**

1707220005

## **HALAMAN PENGESAHAN**

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Muhammad Khairil Imanda

NPM : 1707220005

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : PENERAPAN SISTEM IOT SEBAGAI PEMANTAU  
KINERJA PEMBANGKIT HYBRID (PLTMH DAN  
PLTS) MENGGUNAKAN THINGER I/O

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, .....2021

**Mengetahui dan Menyetujui**

**Pembimbing**

**( Rimbawati S.T,M.T )**

**Penguji I**

**Penguji II**

**(Faisal Irsan Pasaribu,S.T,M.T)**

**(Muhammad Adam,S.T,M.T)**

**Program Studi Teknik Elektro**

**(Faisal Irsan Pasaribu,S.T,M.T)**

## ABSTRAK

Salah satu upaya dalam kebutuhan untuk mengontrol berbagai perangkat elektronik tidak hanya dilakukan dengan seseorang berada didekat saja namun bisa dilakukan dari jarak jauh. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif yang merupakan metode bergantung kepada kemampuan untuk menghitung data secara akurat. Penelitian ini berfokus pada Penerapan Sistem IoT Sebagai Pemantau Kinerja Pembangkit Hybrid (PLTMH dan PLTS) Menggunakan Thinger I/O. Thinger I/O tersebut merupakan teknologi yang berbasis internet yang mengendalikan berbagai perangkat lunak yang tidak terbatas, contohnya saja dalam melakukan penelitian ini digunakan dengan media laptop sebagai perangkat yang menghubungkan dari jarak jauh. ini menjadi salah satu kelebihan kendali berbasis web, sehingga perangkat yang digunakan jauh lebih variatif hanya dengan sekali perancangan. Penelitian ini melakukan pemantauan dari sumber energi alternatif yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro, kemudian kedua sumber energi tersebut digabungkan dengan pemantau Hybrid yang nantinya akan berfungsi jika kedua sumber tersebut mengalami kendala. Berdasarkan pengujian dan pengamatan yang dilakukan, dapat diketahui bahwa nilai eror yang terjadi didapati dari perbandingan nilai server dengan nilai real maka nilai rata-rata eror pada tegangan mikrohidro sebesar 0,004, sedangkan untuk tegangan plts memiliki rata-rata eror sebesar 0,004 juga, nilai eror ini terjadi dari selisih antara nilai server dengan nilai real yang diamati dengan sebenar-benarnya. Kemudian pada pemantau pembangkit Hybrid dengan perancangan sistem monitoring kinerja panel surya berdasarkan Iot menggunakan arduino uno pada plts dan mikrohidro desa tiga juhar berjalan dengan baik, dengan alat pembacaan sensor tegangan plts sebesar 219 VAC, sensor tegangan mikrohidro sebesar 213 VAC, dan sensor tegangan photovoltaic sebesar 23 VDC untuk sensor tegangan pembacaan selama 1 hari dan juga untuk pembacaan sensor suhu sebesar 28,3 celcius dan sensor frekuensi yang memiliki nilai rata-rata sebesar 50 Hz.

***Kata Kunci : Thinger I/O, Sistem Hybrid, PLTS, PLTMH***

## ABSTRACT

efforts in the need to control various electronic devices is not only done with someone nearby but can be done remotely. This research focuses on the application of IoT systems as performance monitoring of hybrid generators (PLTMH and PLTS) using Thinger I/O. The Thinger I/O is an internet-based technology that controls an unlimited variety of software, for example, in conducting this research it is used with laptop media as a remote connecting device. This is one of the advantages of web-based control, so the devices used are much more varied with just one design. This study monitors alternative energy sources, namely Solar Power Plants (PLTS) and Micro Hydro Power Plants, then the two energy sources are combined with a Hybrid monitor which will function if both sources experience problems. Based on the tests and observations made, it can be seen that the error value that occurs is obtained from the comparison of the server value with the real value, the average error value at micro hydro voltage is 0.004, while for the PLTS voltage has an average error of 0.004 as well, this error value occurs from the difference between the server value and the actual observed real value. Then the Hybrid generator monitoring system with the design of a solar panel performance monitoring system based on IOT using Arduino Uno at the PLTS and micro hydro in Tiga Juhar Village is running well, with a reading tool for the PLTS voltage sensor at 219 VAC, micro hydro voltage sensor at 213 VAC, and photovoltaic voltage sensor at 23. VDC for voltage sensor readings for 1 day and also for temperature sensor readings of 28.3 Celsius and frequency sensors which have an average value of 50 Hz.

***Keywords : Thinger I/O, Hybrid System, PLTS, PLTMH***

## KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih Maha Penyayang. Tidak ada kata yang lebih indah selain puji dan syukur kepada Allah SWT, yang telah menetapkan segala sesuatu, sehingga tiada sehelai daun pun yang jatuh tanpa izin-Nya. Alhamdulillah atas izin-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini yang berjudul **“Penerapan Sistem IoT Sebagai Pemantauan Kinerja Pembangkit Hybrid (PLTMH dan PLTS) Menggunakan Thinger I/O”** sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan beribu terima kasih kepada orang-orang yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini baik yang secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Orang tua penulis :Ibu Juraidah , yang tak hentinya mendo'akan dan memberikan dukungan serta nasehat setiap harinya.
2. Bapak Dr. Agussani, M.A.P, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Dr. Ade Faisal, M.sc, P.hd, selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Khairul Umurani, S.T, M.T, selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, S.T, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak Partaonan Harahap., S.T, M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
8. Ibu Rimbawati., S.T, M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

9. Seluruh Bapak/ibu Dosen di Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan ilmu ketekniklistrikan kepada penulis.
10. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
11. Teman-teman seperjuangan Teknik Elektro A1 Pagi Stambuk 2017

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, hal itu penulis sadari karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, saran dan masukan yang membangun sangat diharapkan untuk menyempurnakan skripsi ini. Besar harapan penulis, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan bagi orang lain pada umumnya.

Medan, 16 Oktober 2021

Penulis

M.Khairil Imanda

1707220005

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>BAB I.....</b>	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan penelitian.....	3
1.4 Ruang lingkup .....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Metode Penulisan .....	3
<b>BAB II .....</b>	<b>5</b>
<b>TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan .....	5
2.2 Landasan Teori .....	6
2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga MikroHidro (PLTMH).....	11
2.2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	17
2.2.3 Pengertian Hybrid .....	21
2.2.4 Data Logger.....	22
2.2.5 IoT .....	23
2.2.6 Arduino .....	25
2.2.7 Sensor Tegangan .....	27
2.2.8 Thinger I/O.....	29
2.2.9 Arduino IDE.....	30
<b>BAB III.....</b>	<b>32</b>
<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>32</b>
3.1 Tempat dan Waktu .....	32
3.1.1 Tempat.....	32
3.1.2 Waktu .....	32
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	32
3.2.1 Alat Penelitian.....	32

3.2.2 Bahan Penelitian.....	33
3.3 Prosuder kerja.....	34
3.4 Perancangan Sistem.....	35
3.4.1 Perancangan Hardware.....	35
3.4.2 Perancangan Software.....	36
3.4.3 Perancangan Platform Thinger io.....	37
3.5 Flowchart Penelitian.....	40
<b>BAB IV .....</b>	<b>41</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>41</b>
4.1 Hasil Perancangan .....	41
4.1.1 Pengujian Program keseluruhan.....	41
4.2 Pengukuran data hasil server.....	45
4.3 Pengukuran data real .....	49
4.4 Perhitungan nilai eror .....	53
4.4.1 Nilai eror tegangan Mikrohidro .....	53
4.4.2 Nilai eror tegangan PLTS .....	55
4.4.3 Nilai eror tegangan PV.....	56
<b>BAB V.....</b>	<b>60</b>
<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>60</b>
5.1 Kesimpulan.....	60
5.2 Saran.....	60
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>61</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bagan Sistem PLTMH .....	12
Gambar 2. 2 Prinsip Kerja PLTMH .....	15
Gambar 2. 3 Bagan Sistem PLTS .....	19
Gambar 2. 4 Sistem PLTS.....	20
Gambar 2. 5 Konsep IoT .....	25
Gambar 2. 6 Arduino Uno.....	27
Gambar 2. 8 Sensor Tegangan .....	28
Gambar 2. 9 Halaman Web Thinger i.o .....	29
Gambar 2. 10 Tampilan Software Arduino IDE .....	31
Gambar 3.1 blok diagram.....	35
Gambar 3.2 Tampilan Login Thinger i.o .....	37
Gambar 3.3 Tampilan Menu device Thinger i.o .....	37
Gambar 3.4 Tampilan Menu Add device.....	38
Gambar 3.5 menu dashboards thinger Io dalam keadaan off.....	38
Gambar 3.6 menu dashboards thinger Io dalam keadaan on terhubung on .....	39
Gambar 3.7 Flowchart Penelitian.....	40
Gambar 4. 1 Grafik tegangan PLTS dan Mikrohidro (VAC) .....	46
Gambar 4. 2 Grafik Frekuensi Mikrohidro dan PLTS (Hz).....	46
Gambar 4. 3 Grafik tegangan photovoltaik (VDC).....	47
Gambar 4. 4 Grafik temperature photovoltaik (celcius) .....	47
Gambar 4. 5 Grafik intensitas cahaya (mc).....	48
Gambar 4. 6 Grafik kelembaban (%) .....	48
Gambar 4. 7 Grafik tegangan PLTS dan Mikrohidro (VAC) .....	50
Gambar 4. 8 Grafik frekuensi PLTS dan Mikrohidro (Hz).....	50
Gambar 4. 9 Grafik tegangan photovoltaik (VDC).....	51
Gambar 4. 10 Grafik temperature (celcius).....	51
Gambar 4. 11 Grafik intensitas cahaya (mc).....	52
Gambar 4. 12 Grafik kelembaban (%) .....	52
Gambar 4. 13 Grafik tegangan eror.....	59

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 4. 1 Tabel data nilai server .....	45
Tabel 4. 2 Tabel data nilai real.....	49
Tabel 4. 3 Tabel data nilai eror .....	58

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Listrik merupakan sumber daya yang sangat penting dalam berbagai sektor. kebutuhan listrik yang sangat besar mendorong berbagai kebijakan pemerintah maupun masyarakat untuk melakukan penghematan. Saat ini, listrik menjadi salah satu bagian dari kebutuhan pokok (primer) atau kebutuhan wajib dalam mendukung setiap aktivitas yang dilakukan manusia. Indonesia merupakan negara yang memiliki potensi alam yang sangat besar. Sehingga dapat dimanfaatkan sebagai energi listrik alternatif. Sumber energi listrik alternatif merupakan pendukung keberlangsungannya energi listrik kedepan. Contoh sumber energi listrik alternatif yang akan dibuat seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH).

PLTS merupakan jenis pembangkit yang memanfaatkan kondisi alam seperti Matahari. Cara mengetahui Kinerja PLTS yaitu dengan memantau arus dan tegangan pada pembangkit agar terlihat kinerja dari pembangkit itu. Pembangkit Listrik tenaga Mikrohidro (PLTMH) juga merupakan jenis pembangkit yang memanfaatkan kondisi alam seperti air, turbin, dan generator. Pada PLTMH proses perubahan energi kinetik berupa kecepatan dan tekanan air, yang digunakan untuk menggerakkan turbin air dan generator listrik sehingga menghasilkan energi listrik. Pada PLTMH proses perubahan energi kinetik berupa (kecepatan dan tekanan air), yang digunakan untuk menggerakkan turbin air dan generator listrik hingga menghasilkan energi listrik (Desember et al., 2013)

Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida merupakan salah satu sumber energi listrik alternatif gabungan dari pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dan Pembangkit Listrik tenaga Mikrohidro (PLTMH). Hibrida juga dapat mengatasi penggunaan sumber energi listrik apabila penggunaan energi listrik mengalami permasalahan. Cara pengendalian permasalahan energi listrik tersebut, Hibrida memiliki pengendalian secara terpusat yaitu dengan cara komunikasi jarak jauh yang berfungsi untuk mengamati dan mengendalikan sistem Hibrida yang sedang bekerja dengan pertimbangan waktu dan tempat. Pada Sistem pemantauan yang dilakukan secara rutin ini masih menggunakan secara manual yaitu dengan

melakukan pengukuran menggunakan alat ukur dan pencatatan secara langsung sehingga data yang didapat juga terbatas. Maka akan lebih efektif saat memantau dilakukan secara rutin dan otomatis.

Teknologi Informasi dan Komunikasi saat ini sudah makin berkembang, maka dari itu proses pemantauan Kinerja pembangkit Hibrida (PLTMH dan PLTS) menggunakan Internet Of Things (IoT). Internet Of Things merupakan teknologi yang bermanfaat terhadap konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus dan mampu berbagi data dan mengontrol sistem. Disini saya menggunakan IoT sebagai alat pemantau arus dan tegangan dari PLTS dan PLTMH.

Pada saat ini masih ada Desa yang belum tersalurkan Oleh Listrik Pemerintah, contohnya di Desa Rumah Sumbul, Kabupaten Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara. Selaian belum tersalurnya Listrik Pemerintah di Desa ini juga memiliki akses jalan yang cukup sulit sehingga untuk ke Kota memakan waktu yang cukup lama . Maka dari itu Peneliti ingin meneliti di Desa tersebut agar Desa tersebut memiliki Sumber energi Listrik dengan cara pemanfaatan alam seperti PLTS dan PLTMH. Peneliti juga melakukan Pemantau Kinerja Pembangkit PLTMH dan PLTS menggunakan IoT, untuk mengetahui arus dan tegangan dari pembangkit tersebut.

Dari penjelasan diatas saya memiliki ide dan inovasi untuk mengembangkam sebuah pemantauan parameter Pembangkit Listri Tenaga Surya (PLTS) dan Pembangkit Listrik tenaga Mikrohidro (PLTMH) menggunakan sistem Internet Of Things (IoT).

Berdasarkan pemaparan diatas, menjadi dasar peneliti untuk melakukan sebuah penelitian dengan judul “Perancangan Sistem IoT Sebagai Pemantau Kinerja Pembangkit Hybrid (PLTMH dan PLTS) Menggunakan Thinger I/O”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan masalah yang diuraikan diatas dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana Cara Mengetahui besar persen kesalahan thinger Io ?
2. Bagaimana cara pengaplikasian IoT sebagai pemantau pembangkit Hybrid enggunakan Thinger Io ?

### **1.3 Tujuan penelitian**

Tujuan dari Penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui Kinerja Sensor arus dan tegangan secara otomatis menggunakan sistem IoT.
2. Untuk mengetahui seberapa besar persen kesalahan thinger Io.

### **1.4 Ruang lingkup**

Dengan Rumusan Masalah tersebut maka akan dibuat sistem informasi dengan batasan masalah sebagai berikut :

1. Besar persen kesalahan thinger I/O dapat dilihat melalui serial monitor server yang nantinya akan berfungsi untuk mengontrol sensor arus, tegangan, dan suhu, tidak membahas faktor cuaca.
2. Cara pengaplikasian Iot sebagai media pemantau pembangkit hybrid menggunakan thinger I/O yang dibuat sedemikian mungkin dan pengontrolan diletakkan di panel control agar terhindar dari air hujan, tidak membahas perhitungan pada pembangkit dan tidak membahas putaran rpm pada pembangkit.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari Penelitian ini adalah :

1. Mempermudah mahasiswa dalam memantau kinerja pembangkit Hybrid menggunakan Sistem IoT.
2. Mempermudah Mengetahui data Arus dan tegangan menggunakan Sistem IoT.

### **1.6 Metode Penulisan**

Metode Penulisan dilakukan secara sistematis, logis dan konsisten agar dapat melihat dan mengkaji dari penelitian secara teratur dan sesuai metode, maka dibuatlah Metode Penulisan yang dianggap berkaitan antara sub bab dengan bab yang lainnya sebagai berikut :

## **BAB I :PENDAHULUAN**

Dalam bab ini yang akan diuraikan adalah Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan, Manfaat, dan Metode Penulisan.

**BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Dalam bab ini yang diuraikan adalah Tinjauan Pustaka Relevan, Landasan Teori, PLTMH, PLTS, Hibrida, Data Logger, IoT, Arduino, Sensor Arus, Sensor Tegangan, Thingier I/O, dan Arduino IDE.

**BAB III : METODE PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan tentang gambaran dan penjelasan metode yang digunakan untuk penelitian.

**BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini membahas hasil pengujian alat dan menganalisa hasil percobaan dari alat tersebut.

**BAB V : PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan penulis tentang hasil PERANCANGAN SISTEM IOT SEBAGAI PEMANTAU KINERJA PEMBANGKIT HIBRIDA (PLTMH DAN PLTS) MENGGUNAKAN THINGER I/O.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka Relevan**

Berdasarkan kajian pustaka sebelumnya telah banyak dilakukan penelitian tentang perencanaan sistem Internet Of Things (IoT) sebagai pemnatau pembangkit Hibrida (PLTMH dan PLTS) dengan hasil-hasil yang sudah di publikasikan baik secara nasioal maupun internasional sebagai berikut :

Pada Penelitian sebelumnya telah dilakukan penelitian tentang Pembangkit Listrik Sistim Hibrida Surya Angin dan Surya sangat tergantung dari bentuk beban atau fluktuasi pemakain energi (load profile) yang mana selama 24 jam distribusi beban tidak merata untuk setiap waktunya. Load profil ini sangat dipengaruhi penyediaan energinya. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka kombinasi sumber energi antara Sumber energi terbarukan dan Diesel Generator atau disebut Pembangkit Listrik Sistem Hibrida adalah salah satu solusi paling cocok untuk sistem pembangkitan yang terisolir dengan jaringan yang lebih besar seperti jaringan PLN.(Jurnal, 2018)

Adapun penelitian yang melakukan tentang potensi pembangkitan listrik Hibrida menggunakan vertical axis wind turbine tipe savonius dan Photovoltaik. Dalam penelitian ini keuntungan terbesar turbin angin sumbu vertical (Vertical Axis Wind Turbine, VAWT), adalah generator dan gear box dapat diinstal di dasar tower sehingga mudah untuk dirawat dan diperbaiki. Teknologi turbin angin dan panel surya menawarkan solusi biaya yang efektif untuk mengurangi ketergantungan terhadap minyak dan gas bumi dari negara lain yang mahal, penggabungan system PV-angin merupakan kombinasi yang bagus dimana saat musim panas, daratan mempunyai kecepatan angin cenderung rendah sedangkan panas matahari lebih efisien untuk digunakan, dan sebaliknya di musim dingin kecepatan angin lebih tinggi di saat energi matahari jatuh pada energi terendahnya(Supranoto & Pramana, 2019)

Pada penelitian selanjutnya melakukan penelitian tentang Pembangkit Hibrida, Pembangkit Hibrida adalah teori yang menggabungkan serta mempersenyawakan (adaptif blending) 2 atau lebih teori, fungsi dan bentuk yang berbeda menjadi suatu fungsi serta bentuk baru(Annisa & Anisa, 2019)

Kemudian telah dilakukan penelitian Tentang Sistem instrumentasi pada turbin arus pasang surut laut ini meliputi seperangkat sensor pembaca parameter kinerja turbin, perekam data (data logger) untuk mencatat dan menyimpan data yang dihasilkan sensor, dan sistem telemetri untuk mengirim data ke operator turbin. Sensor adalah sebuah perangkat yang berfungsi mengubah suatu besaran fisik menjadi besaran listrik, sehingga keluarannya dapat diolah dengan rangkaian listrik atau sistem digital (Nugroho & Nugroho, 2014)

## **2.2 Landasan Teori**

Dalam penelitian ini ada beberapa artikel yang diambil dari para ahli yang menjelaskan tentang definisi point penting dari Internet of Things (IoT). Internet Of Things adalah sebuah teknologi yang memungkinkan adanya pengendalian, komunikasi, kerja sama dengan berbagai perangkat keras, berbagai data, memvirtualisasikan segala hal nyata ke dalam bentuk internet, dan lain-lain melalui jaringan internet (Setiawan et al., 2016)

Internet of Things (IoT) adalah paradigma komunikasi terbaru yang memimpikan dekat akan masa depan, di mana benda-benda dari kehidupan sehari-hari akan dilengkapi dengan mikrokontroler, pemancar gelombang untuk komunikasi digital, dan tumpukan protokol (protocol stack) yang cocok akan membuat mereka mampu saling berkomunikasi dengan satu sama lain dan dengan pengguna, sehingga menjadi bagian yang tak terpisahkan dari internet (Zanella et al., 2014)

Internet of things adalah revolusi teknologi yang mewakili masa depan komputasi dan komunikasi, serta perkembangannya tergantung pada inovasi teknis yang dinamis pada sejumlah bidang penting, mulai dari nirkabel dan sensor untuk nanoteknologi (Putrama & Sindu, 2017)

IoT merupakan konsep ataupun suatu cara yang menggambarkan masa depan dimana setiap objek fisik dapat terhubung dengan internet dan dapat menghubungkan perangkat dengan sendirinya (Thangavel et al., 2014)

Internet of Things adalah sebuah konsep komputasi yang menggambarkan masa depan dimana setiap obyek fisik dapat terhubung dengan internet dan dapat mengidentifikasi dengan sendirinya antar perangkat lain (Priyono et al., 2015)

Internet of Things atau dikenal juga dengan singkatan IoT, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Dengan semakin berkembangnya infrastruktur internet, maka kita menuju babak berikutnya, di mana bukan hanya smartphone atau komputer saja yang dapat terkoneksi dengan internet (Shull, 1977)

IoT adalah sebuah konsep/skenario dimana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer. Seperti penelitian yang dilakukan oleh (Yuliant et al., 2015)

IoT (Internet of Things) adalah kemampuan berbagai aplikasi yang mampu saling berhubungan dan saling bertukar data melalui jaringan internet. IoT juga merupakan sebuah teknologi yang dapat mengendalikan, komunikasi, kerjasama dengan berbagai perangkat keras, data melalui jaringan internet. Sehingga dapat dikatakan bahwa Internet of Things (IoT) adalah penyambungan suatu (things) yang tidak dioperasikan oleh manusia, ke internet (R. Hafid Hardyanto, 2017)

IoT (internet of things) merupakan sebuah teknologi yang mampu untuk menghubungkan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya dengan menggunakan sensor jaringan untuk menghasilkan data juga dapat mengelola kinerjanya sendiri, sehingga memungkinkan mesin tersebut dapat bekerjasama dan bahkan bertindak sesuai dengan informasi baru yang dihasilkan secara independen (Ménard, 2017)

PLTS atau lebih dikenal dengan Photovoltaik akan lebih diminati karena dapat digunakan untuk berbagai keperluan yang relevan dan di berbagai tempat seperti perkantoran, pabrik, perumahan, dan lainnya. Sehingga hal ini dipandang perlu untuk dikaji lebih lanjut, agar diperoleh kajian yang komprehensif secara teknik (Jawab et al., 2016)

Photovoltaik yang mendapat penyinaran sinar matahari merupakan salah satu sumber energi yang sangat menjanjikan. Dalam keadaan puncak atau saat posisi matahari tegak lurus, sinar matahari yang jatuh di permukaan Photovoltaik seluas satu meter persegi akan mampu menghasilkan energi listrik 900 hingga 1000 Watt (Jatmiko et al., 2011)

Photovoltaik merupakan salah satu sarana untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan listrik yang sangat ramah lingkungan, Mengingat Indonesia merupakan daerah tropis, maka pemanfaatan Photovoltaik dapat diupayakan secara optimal(Hutajulu et al., 2020)

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro atau dapat disebut PLTMH didefinisikan sebagai energi terbarukan yang memanfaatkan sumberdaya air sebagai penghasil energi dimana energi yang dihasilkan tergolong pada energi skala kecil kurang dari 200 kW(Yanto & Hadi, 2017)

Tenaga Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) merupakan Tenaga air yang digunakan dapat berupa aliran air pada system irigasi, sungai yang dibendung atau air terjun(Srijaya et al., 2016)

PLTMH juga didefinisikan sebagai pembangkit listrik yang menggunakan tenaga air sebagai media utama untuk penggerak turbin dan generator. Tenaga mikrohidro, dengan skala daya yang dapat dibangkitkan 5 kW hingga 50 kW. Pada PLTMH proses perubahan energi kinetik berupa (kecepatan dan tekanan air), yang digunakan untuk menggerakkan turbin air dan generator listrik hingga menghasilkan energi listrik(Desember et al., 2013)

Pembangkit Listrik Tenaga MikroHidro (PLTMH) merupakan sebuah pembangkit Listrik Tenaga Air yang berskala kecil dengan daya listrik yang dibangkitkan kurang dari 100 kW (Likadja et al., 2019)

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro(PLTMH) adalah istilah yang digunakan untuk instalasi pembangkit listrik yang menggunakan energi air. Kondisi air yang bisa dimanfaatkan sebagai sumber daya (resources) penghasil listrik adalah memiliki kapasitas aliran dan ketinggian tertentu dan instalasi. Semakin besar kapasitas aliran maupun ketinggiannya dari instalasi maka semakin besar energi yang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik(Bachtiar & Hayattul, 2018)

PLTMH merupakan sumber energi terbarukan yang dapat mengubah energi air menjadi energi listrik(Astro, Ngapa, et al., 2020)

PLTMH merupakan sistem pembangkit listrik berskala kecil yang menggunakan air dalam debit yang kecil sebagai sumber penggeraknya, Air yang

dapat dimanfaatkan pada teknologi PLTMH dapat bersumber dari saluran irigasi, sungai atau air terjun alam(Astro, Doa, et al., 2020)

Menurut Jencks, hibrida merupakan suatu metode untuk menciptakan sesuatu dengan pola-pola lama (sejarah), namun dengan bahan dan teknik yang baru(Ardan & Mahendra, 2017)

Hibrida adalah suatu sistem pembangkit yang menggabungkan beberapa unit pembangkit yang memiliki sumber energi yang berbeda(Nehrir et al., 2011)

Metode hibrida dinyatakan melalui tahapan-tahapan quation, manipulasi elemen, dan unifikasi dan penggabungan. Metode ini memiliki kesamaan dengan versi Ventury, yang meliputi tatanan, fragmentasi , infeksi dan juxtaposition atau superimposisi(Ardan & Mahendra, 2017)

Hibrida adalah sebuah penggabungan antara dua atau lebih pembangkit listrik dengan sumber energi yang berbeda. Hibrida yang paling baik digunakan di lokasi terpencil dimana sumber daya energi terbarukan adalah variabel dan dimana terdapat kebutuhan daya yang besar. Kebanyakan pembangkit Hibrida yang digunakan seperti PVdiesel(Yulistiono et al., 2013)

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh Perancangan Sistem IoT sebagai Pemantau Kinerja Pembangkit Hibrida (PLTMH dan PLTS) dengan Menggunakan Thinger I/O. Oleh karena itu daerah-daerah yang belum terjangkau oleh PLN sangat membutuhkan pembangkit listrik tenaga Hibrida. sumber energi alternatif ini berupa Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) dan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). PLTMH dan PLTS merupakan sumber energi alternatif yang menggunakan sumber daya alam yang tak pernah habis,pembangkit listrik tenaga Hibrida sering jugak menggunakan beberapa pembangkit listrik, tetapi kali ini saya hanya meneliti pembangkit Hibrida dengan menggunakan dua pembangkit saja yaitu PLTMH dan PLTS. Pembangkit Hibrida yang merupakan penggabungan dua atau lebih sumber energi yang berbeda iniberfungsi untuk memenuhi kebutuhan beban listrik yang belum tersalurkan listrik oleh PLN. Pembangkit Hibrida juga berfungsi sebagai penyalur listrik di daerah-daerah yang belum terjangkau oleh PLN, seperti daerah-daerah pegunungan, lembah, dan daerah-daerah terpencil.

Pembangkit Hibrida ini juga dikendalikan dengan menggunakan sistem Internet Of Things (IoT). IoT merupakan jaringan yang tertanam dengan perangkat elektronik, perangkat lunak, sensor, dan konektivitas jaringan, yang memungkinkan objek tersebut mengumpulkan dan melakukan pertukaran data. IoT juga merupakan objek yang memungkinkan untuk memantau dan mengendalikan dari jarak jauh. Sistem IoT berfungsi sebagai pemantau kinerja pembangkit Hibrida menggunakan Thingier I/O. Thingier I/O merupakan sebuah platform IoT sebagai media pembacaan dan penerimaan data sensor yang digunakan untuk mempermudah suatu proses monitoring, sehingga dapat menghubungkan perangkat keras yang akan mengirimkan data sensor pembangkit hybrid yang berada di Desa Sumbul, Kecamatan tiga juhar Sumatera Utara.

Perancangan Sistem IoT sebagai pemantau Kinerja pembangkit Hibrida (PLTMH dan PLTS) dengan menggunakan Thingier I/O, Penelitian ini juga menggunakan Arduino untuk mendapatkan data logger. Arduino adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada Atmega328. Arduino memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, dengan menghubungkannya ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya.

Untuk memantau tegangan dan arus pada pembangkit Hibrida saya akan menggunakan data logger, data logger adalah sebuah alat elektronik yang digunakan untuk mencatat data dari waktu ke waktu yang terintegrasi dengan sensor serta instrumen. Secara singkat data logger adalah alat untuk mencatat data atau data logging. Data logger adalah alat yang menggunakan mikroprosesor dan memori internal yang digunakan untuk merekam data melalui sensor. Data logger secara fisik memiliki ukuran kecil dan memiliki teknologi terbaru sebagai alat perekam seperti, suhu, tekanan air, kelembapan, dan lain-lain. Ada banyak jenis pada data logger dan biasanya ada yang menggunakan komputer untuk mengkoneksikannya dan untuk mengaktifkan menggunakan software. Hasil perekaman data dapat dilihat melalui komputer. Data logger juga kini dilengkapi dengan sistem SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) yang merupakan evolusi lebih lanjut dari sistem data logger berbasis komputer. data logger juga mampu mengumpulkan data secara otomatis setiap 24jam. Setelah

data logger diaktifkan, data logger dapat merekam data dengan waktu yang di tentukan, Hal ini memungkinkan kita untuk mendapatkan gambaran tentang kondisi lingkungan yang di pantau.

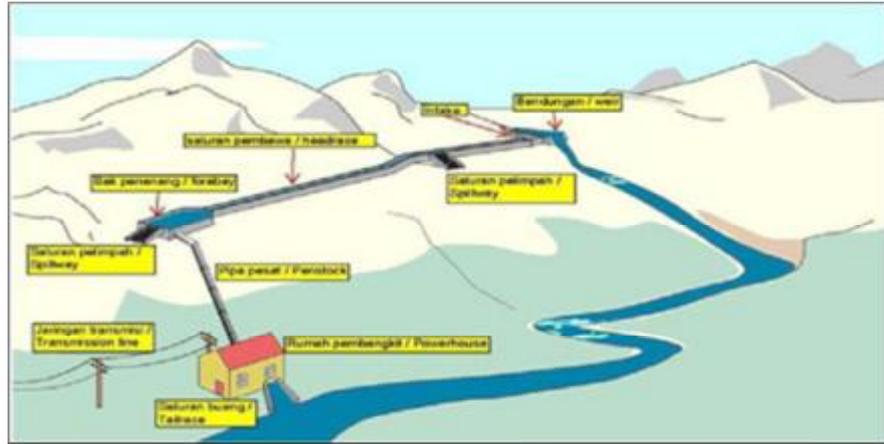
Sensor tegangan dan arus berfungsi sebagai alat pendeteksi nilai tegangan, sensor tegangan ini digunakan untuk mendapatkan nilai tegangan antar fasa sehingga dapat mengetahui besar tegangan fasa-fasa. Pada pembuatan sensor tegangan ini menggunakan transformator step down ,rangkaiian penyearah, dan rangkaiian pembagi tegangan. Cara kerja sensor tegangan ini yaitu sensor tegangan diletakkan paralel terhadap jaringan sumber. Rangkaiian ini pada intinya terdiri dari transformator step down berfungsi menurunkan tegangan, rangkaiian penyearah, filter kapasitor, dan rangkaiian pembagi tegangan. Sensor arus merupakan salah satu produk dari alegro untuk solusi ekonomis dalam pengukuran arus AC maupun DC. Sensor ini memiliki presisi, low-offset, dan rangkaiian sensor lonier hall dengan konduksi tembaga yang ditempatkan dengan permukaan dari aliran arus yang di sensor.

### **2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga MikroHidro (PLTMH)**

Pengertian PLTMH adalah pembangkit listrik yang menggunakan tenaga air sebagai media utama untuk penggerak turbin dan generator. Tenaga mikrohidro, dengan skala daya yang dapat dibangkitkan 5 kilo watt hingga 50 kilo watt. Pada PLTMH proses perubahan energy kinetic berupa (kecepatan dan tekanan air), yang digunakan untuk menggerakkan turbin air dan generator listrik hingga menghasilkan energi listrik(Desember et al., 2013)

Pembangkit Listrik Tenaga MikroHidro (PLTMH) pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air perdetik yang ada pada aliran air saluran irigasi, sungai atau air terjun. Aliran air ini akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik. Energi ini selanjutnya menggerakkan generator dan menghasilkan listrik. Pembangunan PLTMH perlu diawali dengan pembangunan bendungan untuk mengatur aliran air yang akan dimanfaatkan sebagai tenaga penggerak turbin. Bendungan perlu dilengkapi dengan pintu air dan saringan sampah untuk mencegah masuknya kotoran dan endapan lumpur. Bendungan sebaiknya dibangun pada dasar sungai yang stabil dan aman terhadap banjir. (Rimbawati et al., 2018).

Prinsip kerja PLTMH adalah memanfaatkan beda tinggi dan jumlah air per detik yang ada pada aliran sungai. Air yang mengalir melalui intake dan diteruskan oleh saluran pembawa hingga penstock, akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik. Turbin akan memutar generator dan menghasilkan listrik.



**Gambar 2. 1 Bagan Sistem PLTMH**

*Sumber : jurnal Reka Buana, 2017*

potensi Tenaga Air adalah sebanding dengan Ketinggian (m) dari air dan Volume dari aliran (m<sup>3</sup>/s). Kemiripan, Potensi Tenaga Listrik adalah sebanding dengan Tegangan (V) dan Arus (A). Potensi daya mikrohidro dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Daya (P)} = 9,8 \times Q \times H_n \times \eta \dots\dots\dots (2.1)$$

di mana :

- P = Daya (kW)
- Q = Debit aliran (m<sup>3</sup>/s)
- H<sub>n</sub> = Head net (m)
- 9,8 = Konstanta Gravitasi
- η = Efisiensi Keseluruhan

1. Kelebihan PLTMH

Riset dan pengembangan pembangkit listrik mikrohidro saat ini sedang berlangsung. PLTMH dianggap memiliki beberapa keunggulan dibanding pembangkit listrik lainnya, seperti penggunaan sumber daya air yang potensinya melimpah di alam. Selain itu, bahan baku sumber energi ini ramah lingkungan dan dapat menjadi energi alternatif secara

berkesinambungan. Dapat dikatakan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro tidak menghasilkan limbah. Menurut International Energy Agency, kebutuhan biaya sumber daya pembangkit ini juga cukup murah serta tidak menyebabkan pencemaran. Bahkan tingkat efisiensi produksi listrik PLTMH mencapai 75% hingga 80%.

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro disebut tidak menghasilkan polusi, antara lain polusi udara, polusi suara, polusi air dan pencemaran lainnya. Sebagai pembanding, tentu pembangkit listrik dari tenaga fosil lebih memberikan ancaman pencemaran lebih tinggi. Pembangunan PLTMH juga mengajak peran serta masyarakat untuk berpartisipasi dalam meningkatkan nilai sumber daya alam dan tidak memanfaatkannya secara sembarangan. Selain itu juga akan timbul hubungan baik antara masyarakat dengan alam serta kesadaran untuk menjaga fungsi alam, misalnya dengan menjaga hutan tetap lestari agar sumber air selalu tersedia.

Masyarakat juga dapat berkontribusi dalam mengelola pembangkit listrik mikrohidro bagi keperluan yang mendukung perekonomian dan sosial budaya. Hal tersebut tentu akan menunjang kesejahteraan masyarakat pada umumnya. Tidak terbatas pada kemampuan menghasilkan energi listrik, akan tetapi proyek ini juga menjadi upaya mewujudkan pemberdayaan masyarakat untuk lebih meningkatkan pendapatannya.

PLTMH merupakan solusi untuk mengatasi belum teralirinya listrik di daerah-daerah pelosok Indonesia oleh PLN. Dengan adanya energi listrik, masyarakat pedesaan akan semakin mudah dalam melakukan kegiatan sehari-hari. Bahan utama dari pembangkit listrik mikrohidro adalah air yang juga menghasilkan sampingan, berupa aliran air yang dapat digunakan untuk keperluan irigasi pertanian. Sektor budidaya pun akan terbantu dengan adanya air, misalnya budidaya ikan. Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro secara langsung maupun tidak langsung akan memaksimalkan fungsi daerah tangkapan air dan secara otomatis masyarakat akan memelihara kualitas air untuk keperluan pembangkit listrik. Hal itu tentunya lebih efektif dari pada masyarakat harus

menggunakan genset diesel yang sumber bahan bakarnya sulit ditemukan di daerah mereka.

## 2. Kekurangan PLTMH

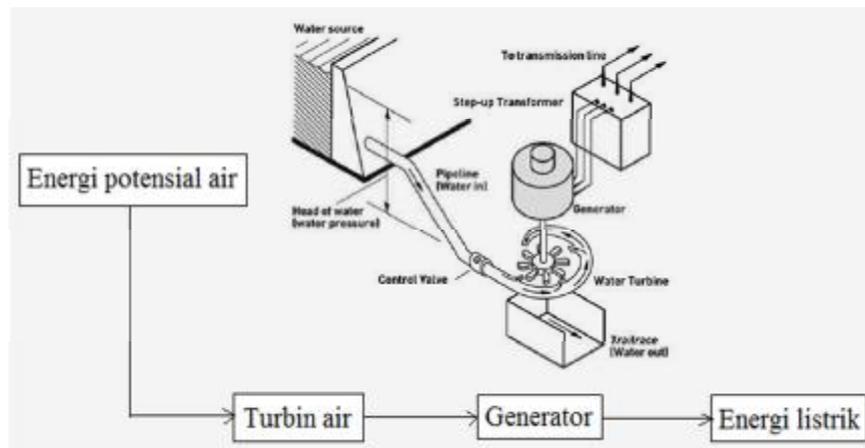
Dibalik kelebihan teknologi mikrohidro, ternyata memiliki beberapa kekurangan. Salah satu contohnya adalah membutuhkan biaya investasi yang cukup tinggi, meskipun nantinya biaya operasional dan pemeliharannya cukup murah. Dana investasi tinggi yang dimaksud ialah untuk membangun sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro diperlukan komponen atau spare part yang mahal, Kurangnya sosialisasi dan pendampingan kepada masyarakat juga akan sulit menyadarkan mereka tentang manfaat positif teknologi ini. Faktor ketersediaan air, seperti debit aliran dan ketinggian air juga akan berpengaruh terhadap kapasitas listrik yang dihasilkan. Ancaman penurunan kapasitas biasanya dialami pada masa kemarau dimana debit dan jumlah air akan menurun, sehingga berpengaruh terhadap kurangnya pasokan listrik ke masyarakat.

Kelemahan dari PLTMH selanjutnya adalah daya listrik yang dihasilkan tidak sebesar Pembangkit Listrik Tenaga Air, sehingga distribusi listrik ke masyarakat terbatas. Jika dipaksakan melayani lebih banyak masyarakat, maka akan terjadi penurunan kualitas listrik. Oleh sebab itu, diperlukan penyesuaian antara kapasitas listrik pembangkit mikro hidro dan kebutuhan listrik masyarakat. Lokasi pembangunan PLTMH tidak boleh jauh dari pemukiman masyarakat, karena jarak yang terlalu jauh akan mengurangi nilai ekonomisnya. Daya energi listrik akan hilang jika melalui kabel yang panjang dan menyebabkan kerugian bagi pengguna PLTMH. Untuk mengurangi risiko kerugian daya, maka jarak maksimal pengguna dan pembangkit listrik maksimal adalah 2 km.

Anggapan mengenai sumber daya air yang dapat diperoleh secara gratis menjadikan penentuan tarif listrik lebih sulit. Padahal penentuan biaya pakai listrik tersebut juga harus mempertimbangkan nilai investasi dan biaya perawatan sparepart.

## 3. Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro

Hampir mirip dengan prinsip kerja PLTA, Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro juga mengubah energi potensial air menjadi energi listrik meski dalam bentuk yang berbeda. Kebutuhan air sebagai sumber energi potensial harus didukung dengan pembuatan bendungan agar suplai air terpenuhi serta pembuatan saringan untuk menyaring sampah. Pembangunan bendungan harus berada di kawasan yang terhindar dari banjir dan stabil.



**Gambar 2.2 Prinsip Kerja PLTMH**

*Sumber : Jurnal Muchlisin Riadi, 2016*

Cara kerja PLTMH dimulai dari air sebagai sumber energi potensial. Aliran air turun dari ketinggian tertentu yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi kemudian mengenai turbin yang dilengkapi penutup lalu mengarah ke baling-baling yang tersambung pada 2 piringan sejajar yang terbuat dari baja sebagai penyeimbang.

Selanjutnya poros turbin akan berputar akibat energi kinetik air yang berubah menjadi energi mekanik. Putaran tersebut dihubungkan menggunakan kopling agar bisa tersambung atau ditransmisikan ke generator. Oleh sebab itu, aliran air merupakan faktor utama pada PLTMH.

Posisi generator dan turbin sebaiknya dipisah pada dua rumah berbeda berserta pondasinya. Sebab dikhawatirkan dapat menimbulkan masalah yang berasal dari getaran keduanya, sehingga listrik bisa disimpan atau dialirkan ke pengguna.

Jenis generator yang digunakan pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro adalah generator induksi dan generator sinkron. Sedangkan sistem transmisi dapat menggunakan transmisi langsung maupun tidak langsung.

Akan tetapi, penggunaan sistem transmisi langsung lebih disarankan karena pemindahan gaya lebih mudah dilakukan, lebih ringkas, serta tingkat efisiensi lebih tinggi. Namun penggunaan transmisi ini menuntut kepresisian antara sumbu generator dan turbin. Untuk mengatasinya, maka digunakanlah gearbox untuk mengubah rasio kecepatan putaran.

#### 4. Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro

Untuk membangun sistem PLTMH, diperlukan berbagai komponen agar fungsinya dapat terlaksana, antara lain:

##### 1. Bendungan

Bendungan atau dam adalah konstruksi bangunan yang berfungsi untuk menahan laju aliran sungai. Pada sistem PLTMH, bendungan berfungsi untuk mengalihkan air ke bagian pembuka pada bagian sisi sungai. Air tersebut kemudian diteruskan ke bak pengendap. Selain itu, konstruksi bendungan juga dibuat untuk mengontrol ketinggian permukaan air.

##### 2. Bak Pengendap

Bak pengendap atau settling basin adalah penampung air yang berfungsi untuk memisahkan pasir dari air. Pasir yang ikut terbawa dalam saluran pipa akan merusak komponen lainnya.

##### 3. Saluran Air

Bagian ini merupakan saluran terbuka yang berfungsi mengalirkan air menuju bak penenang. Saluran pembawa atau headrace ini berperan dalam menjaga kestabilan debit air. Konstruksi bangunannya harus memiliki elevasi atau mengikuti kemiringan kontur bukit.

##### 4. Bak Penenang

Bak penenang atau headtank berfungsi sebagai pengatur perbedaan air yang keluar dari pipa pesat dan saluran pembawa. Bak penenang juga berperan dalam proses pemisahan air dengan kotoran lainnya.

#### 5. Pipa Pesat

Pipa pesat atau penstock berfungsi untuk mengalirkan air dari bak penenang menuju turbin yang posisinya lebih rendah.

#### 6. Turbin

Turbin merupakan komponen yang berperan untuk mengubah energi potensial dari air menjadi energi mekanik. Aliran air yang mengenai turbin akan membuatnya berputar dan putaran tersebut diteruskan ke generator yang terhubung dengan *gearbox*.

#### 7. Pipa Hisap

*Drafttube* atau pipa hisap berperan untuk menghisap air dan mengatur tekanan aliran air yang tinggi kembali ke tekanan normal.

#### 8. Generator

PLTMH biasanya menggunakan dua jenis generator, yakni generatir sinkron dan generator induksi. Generator berfungsi untuk mengubah energi mekanik yang berasal dari turbin menjadi energi listrik. Putaran turbin tersebut menghasilkan arus AC dari gerakan elektron pada kumparan magnet dalam generator.

#### 9. Panel Kontrol

Panel kontrol adalah pusat pengaturan yang berfungsi menjaga mesin bekerja pada batasan yang diinginkan. Panel kontrol juga berperan untuk mengatur tekanan output agar tetap stabil.

#### 10. Pengalih Beban

Pengalih beban atau ballast load dioperasikan dari panel kontrol. Fungsi komponen ini ialah untuk mengalihkan beban ketika beban yang diperoleh pengguna mengalami penurunan. Beban ini disebut sebagai dummy atau beban sekunder.

### **2.2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)**

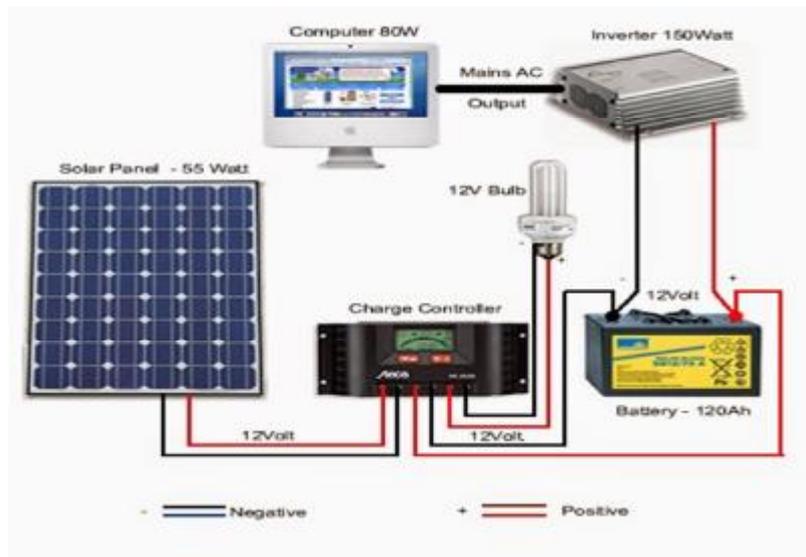
Pembangkit listrik tenaga surya adalah pembangkit listrik yang memanfaatkan cahaya matahari untuk menghasilkan listrik arus searah direct current (DC). Pembangkit listrik tenaga surya Pada dasarnya adalah catu daya yang dapat dirancang untuk mencatu kebutuhan listrik yang kecil sampai dengan yang besar, baik secara mandiri, maupun Hibrida. Dengan metode desentralisasi

(satu rumah satu pembangkit) maupun dengan metode sentralisasi(Noviyanto et al., 2018)

Pembangkit listrik tenaga surya merupakan suatu sistem pembangkit listrik dimana energi matahari diubah menjadi energi listrik dengan memanfaatkan teknologi photovoltaic. Pembangkit listrik tenaga surya tersebut memanfaatkan cahaya matahari untuk menghasilkan listrik arus searah (DC). Konversi energi ini terjadi pada Photovoltaik. Photovoltaik merupakan suatu perangkat semikonduktor yang dapat menghasilkan listrik jika diberikan sejumlah energi cahaya. Semikonduktor adalah sebuah bahan dengan konduktivitas listrik yang berada di antara insulator (isolator) dan konduktor, bahan semikonduktor, merupakan bahan semi logam yang memiliki partikel yang disebut elektronproton, yang apabila digerakkan oleh energi dari luar akan membuat pelepasan elektron sehingga menimbulkan arus listrik dan pasangan elektron hole(Noviyanto et al., 2018).

Pembangkit Tenaga Surya digunakan untuk memenuhi seluruh kebutuhan penerangan guna mengurangi biaya pembelian energi listrik bagi pengelola. Kemudian dalam Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya tentunya tidak terlepas dari perencanaan sistem yang akan didesiminasikan ke masyarakat, sebagai bentuk hilirisasi hasil riset di Perguruan Tinggi. (Rimbawati et al., 2018).

Cara Kerja Listrik Tenaga Surya ini cukup sederhana, komponen utama dari Sumber Energi ini adalah Sel Photovoltaik. Sel tersebut berfungsi untuk menangkap panas matahari yang nantinya akan diubah menjadi Sumber Energi Listrik. Selain itu Pembangkit Tenaga Photovoltaik ini juga diakui lebih ramah lingkungan, murah, dan hampir tidak memiliki polusi ataupun limbah. Secara umum cara kerja Tenaga Photovoltaik ini hampir sama seperti cara kerja pembakaran bahan bakar fosil dalam pengolahannya.

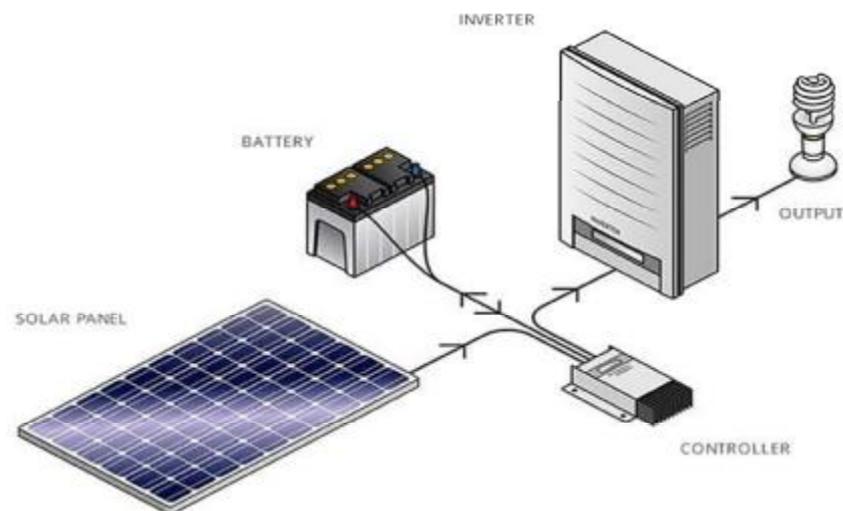


**Gambar 2.3 Bagan Sistem PLTS**

*Sumber : Jurnal Perancangan Sistem Pembangkit Tenaga Surya*

1. Kelebihan PLTS/ Photovoltaik :
  - a. Tidak memerlukan bahan bakar, karena menggunakan sumber energi matahari yang dapat diperoleh dimana saja secara cuma-cuma sepanjang tahun, sehingga hampir tidak memerlukan biaya operasi.
  - b. Tidak memerlukan konstruksi yang berat dan menetap, sehingga dapat dipasang dimana saja dan dapat dipindahkan bila mana dibutuhkan.
  - c. Dapat diterapkan secara sentralisasi (PLTS ditempatkan di suatu area dan listrik yang dihasilkan disalurkan melalui jaringan distribusi ke tempat-tempat yang membutuhkan) maupun desentralisasi (sistem PLTS dipasang pada setiap rumah, dengan demikian tidak diperlukan jaringan distribusi).
  - d. Pada pola desentralisasi, gangguan pada satu sistem tidak akan mempengaruhi sistem yang lain dan tidak banyak energi yang terbuang pada jaringan distribusi.
  - e. Bersifat moduler; kapasitas listrik yang dihasilkan dapat disesuaikan dengan kebutuhan dengan cara merangkai modul secara seri dan paralel.
  - f. Dapat dioperasikan secara otomatis (unattendable) maupun menggunakan operator (attendable).

- g. Ramah lingkungan. Tidak menimbulkan polusi suara maupun polusi asap.
  - h. Tidak ada bagian yang bergerak, sehingga hampir tidak memerlukan biayapemeliharaan, yang diperlukan hanya membersihkan modul apabila kotor danmenambah air accu (aquades).
  - i. Umur pakai (life time) lebih dari 25 tahun.
2. Kekurangan PLTS/ Photovoltaik :
- a. Modul Photovoltaik memiliki efisiensi konversi yang rendah dibandingkan jenispembangkit lainnya.
  - b. Untuk bekerja dengan baik, modul Photovoltaik harus cukup mendapatkan penyinaranmatahari (tergantung pada musim).
  - c. Memerlukan area yang luas untuk pemasangan modul Photovoltaik untuk mendapatkandaya keluaran yang tinggi.
  - d. Harga modul surya (skala kecil) masih mahal sehingga biaya pembangkitan yangdihasilkan juga mahal.
3. Komponen-Komponendari PLTS



**Gambar 2.4 Sistem PLTS**

*Sumber : Jurnal Rancang Sistem PLTS*

a. Photovoltaik

Photovoltaik adalah alat yang terdiri dari sel-sel Photovoltaik yang digabung dan dihubungkan secara seri dan paralel tergantung ukuran atau

kapasitas. Photovoltaik berfungsi merubah cahaya matahari menjadi listrik. Bentuk moduler dari Photovoltaik memberikan kemudahan pemenuhan kebutuhan pemenuhan listrik untuk berbagai skala kebutuhan.

b. Controler regulator

Control reguler berfungsi mengatur lalu lintas listrik dari Photovoltaik ke beban.

c. Battery ACCU

Berfungsi menyimpan arus listrik yang dihasilkan oleh Photovoltaik (Solar Photovoltaik) sebelum dimanfaatkan untuk menggerakkan beban. Beban dapat berupa lampu penerangan atau peralatan elektronik dan peralatan lainnya yang membutuhkan listrik.

d. Inverter AC

Berfungsi merubah arus DC dari battrey ACCU 12volt menjadi arus AC bertegangan 220v, arus yang di hasilkan oleh INVERTER sangatlah setabil, sehingga sudah tidak memerlukan alat setabilizer lagi,serta aman dan berprotexion tinggi. Sangat flexible dalam penempatan Design Pembangkit Listrik Tenaga Matahari Yang Praktis dan Flexible.

### **2.2.3 Pengertian Hybrid**

Hibrida adalah sebuah penggabungan antara dua atau lebih pembangkit listrik dengan sumber energi yang berbeda. Hibrida yang paling baik digunakan di lokasi terpencil dimana sumber daya energi terbarukan adalah variabel dan dimana terdapat kebutuhan daya yang besar. Kebanyakan pembangkit Hibrida yang digunakan seperti PVdiesel(Yulistiono et al., 2013)

Sistem Hibrida merupakan konsep penggabungan dua atau lebih sumber energi yang berbeda untuk memenuhi kebutuhan beban listrik yang ada. Sistem hybrid diharapkan dapat mengatasi penggunaan energi apabila penggunaan energi yang lain bermasalah. Sistem Hibrida merupakan konsep penggabungan dua atau lebih sumber energi yang berbeda untuk memenuhi kebutuhan beban yang ada. Sistem Hibrida diharapkan akan membantu dalam mengatasi penggunaan energi apabila penggunaan energi yang lain bermasalah. Hibrida dalam definisi umum

sistem Hibrida adalah sistem pembangkit listrik yang menggabungkan lebih dari satu teknologi(Wibowo et al., 2018)

Cara kerja dari pembangkit listrik sistem hibrida ini secara umum dan berurutan mulai dari semua energi yang dihasilkan oleh semua sumber pembangkit yang ada yaitu sistem Photovoltaik dan sistem energi angin disalurkan kedalam unit kontrol. Energi yang masuk kedalam unit kontrol ini berbentuk listrik arus searah. Jika terdapat kelebihan energi maka energi tersebut akan disimpan dalam baterai, kemudian sebelum disalurkan ke konsumen energi arus searah diubah dulu menjadi energi arus bolak-balik oleh inverter. Setelah diubah kedalam bentuk energi arus bolak-balik maka energi dialirkan melalui distribusi arus bolak-balik menuju ke konsumen yang terdiri dari bermacam – macam jenis dan keperluan.

#### **2.2.4 Data Logger**

Data logger merupakan sebuah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengumpulkan dan merekam data dari objek yang direkam baik secara terintegrasi dengan sensor eksternal maupun sensor internal seperti sensor arus dan sensor tegangan. Data real time yang direkam dan dikumpulkan kemudian disimpan secara MMC/SD card untuk back up data apabila terjadi kerusakan pada data logger. Data Logger juga perangkat yang dapat membaca berbagai macam jenis sinyal input, dan dapat menyimpan informasi sinyal ini ke dalam sebuah memori, atau hard disk pada komputer. Data Logger memiliki kelebihan dibandingkan dengan perangkat akuisisi data umumnya, yaitu dapat dioperasikan secara terpisah dengan komputer, dan memiliki banyak variasi, mulai dari satu kanal (single channel) sampai yang banyak kanal (multi channel) yang mampu menangani puluhan hingga ratusan sinyal input secara paralel sesuai kebutuhan pengguna.

Data logger diberikan masukan menggunakan sensor. Sensor adalah komponen yang mengubah satu bentuk energi menjadi energi lain. Biasanya, ia mengubah jumlah fisik menjadi sinyal listrik yang sesuai. Sinyal yang diterima dari sensor ini adalah sinyal analog dan sinyal tersebut harus diubah menjadi bentuk digital dengan menggunakan konverter analog ke digital. Sinyal ini diambil sampel pada tingkat tertentu, yang dikenal sebagai sampling rate. Tingkat

ini harus lebih besar dari frekuensi sinyal asli. Istilah 'sampling rate' menyiratkan berapa kali sinyal diukur.

Data logger terhubung ke komputer melalui port serial. Sinyal listrik digunakan oleh perangkat lunak logging data, yang menganalisis sinyal dan menyimpannya. Perangkat lunak ini membantu kita untuk mengatur waktu dimana sensor harus merasakan besaran fisiknya. Ini juga memiliki sistem alarm dan ketentuan untuk mengatur laju sampling perangkat. Prosedur penggunaan data logger adalah sebagai berikut:

1. Perangkat diberi masukan sensor seperti termokopel, gage strain, dan akselerometer.
2. Perangkat lunak ini dikonfigurasi sesuai dengan sensor input yang dipilih.
3. Parameter seperti waktu mulai dan berhenti dan alarm bersamaan dengan pengaturan lainnya dikonfigurasi menggunakan perangkat lunak ini.
4. Tugas logging data dimulai dan kemudian data log dianalisis dan disimpan menggunakan perangkat lunak yang sama.

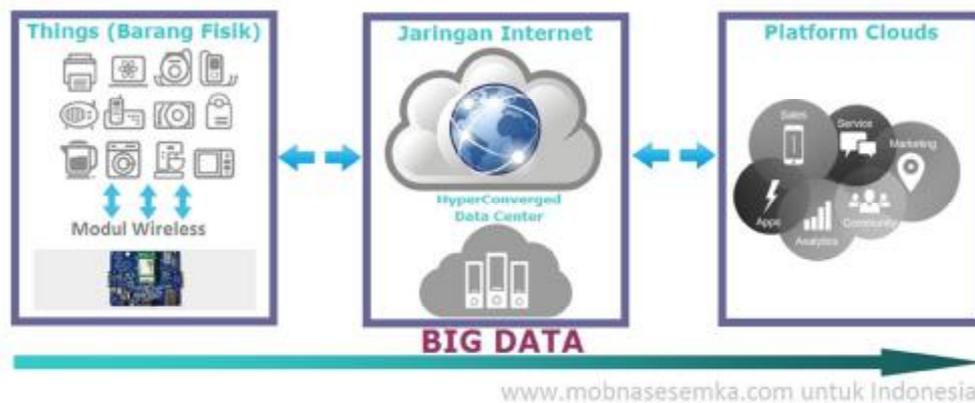
### **2.2.5 IoT**

IoT (internet of things) merupakan sebuah teknologi yang mampu untuk menghubungkan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya dengan menggunakan sensor jaringan untuk menghasilkan data juga dapat mengelola kinerjanya sendiri, sehingga memungkinkan mesin tersebut dapat bekerjasama dan bahkan bertindak sesuai dengan informasi baru yang dihasilkan secara independen (Ménard, 2017)

Internet of thing (IoT) merupakan suatu konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus. Internet of thing (IoT) bisa dimanfaatkan pada gedung untuk mengendalikan peralatan elektronik seperti lampu ruangan yang dapat dioperasikan dari jarak jauh melalui jaringan computer. Internet of Things atau dikenal juga dengan singkatan IoT, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus yang memungkinkan kita untuk menghubungkan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya dengan sensor jaringan dan aktuator untuk memperoleh data dan mengelola kinerjanya sendiri, sehingga memungkinkan mesin untuk

berkolaborasi dan bahkan bertindak berdasarkan informasi baru yang diperoleh secara independen. Internet Of Things atau sering disebut IoT adalah sebuah gagasan dimana semua benda di dunia nyata dapat berkomunikasi satu dengan yang lain sebagai bagian dari satu kesatuan sistem terpadu menggunakan jaringan internet sebagai penghubung. misalnya CCTV yang terpasang di sepanjang jalan dihubungkan dengan koneksi internet dan disatukan di ruang kontrol yang jaraknya mungkin puluhan kilometer. atau sebuah rumah cerdas yang dapat dimanage lewat smartphone dengan bantuan koneksi internet. pada dasarnya perangkat IoT terdiri dari sensor sebagai media pengumpul data, sambungan internet sebagai media komunikasi dan server sebagai pengumpul informasi yang diterima sensor dan untuk analisa. Ide awal Internet of Things pertama kali dimunculkan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999 di salah satu presentasinya. Kini banyak perusahaan besar mulai mendalami Internet of Things sebut saja Intel, Microsoft, Oracle, dan banyak lainnya. Banyak yang memprediksi bahwa pengaruh Internet of Things adalah “ the next big thing ” di dunia teknologi informasi, hal ini karena IoT menawarkan banyak potensi yang bisa digali. Contoh sederhana manfaat dan implementasi dari Internet of Things misalnya adalah kulkas yang dapat memberitahukan kepada pemiliknya via SMS atau email tentang makanan dan minuman apa saja yang sudah habis dan harus distok lagi.

Cara kerja IoT ini sebetulnya cukup sederhana dengan cara kerja mengacu pada 3 elemen utama pada arsitektur IoT, yakni: Barang Fisik yang dilengkapi modul IoT, Perangkat Koneksi ke Internet seperti Modem dan Router Wireless Speedy seperti di rumah anda, dan Cloud Data Center tempat untuk menyimpan aplikasi beserta data base.



**Gambar 2.5 Konsep IoT**

*Sumber :Jurnal Yoyon Efendi, 2018*

Dasar prinsip kerja perangkat IoT adalah benda di dunia nyata diberikan identitas unik dan dapat dikali di sistem komputer dan dapat di representasikan dalam bentuk data di sebuah sistem komputer. Pada awal-awal implementasi gagasan IoT pengenalan yang digunakan agar benda dapat diidentifikasi dan dibaca oleh komputer adalah dengan menggunakan kode batang (Barcode), Kode QR (QR Code) dan Identifikasi Frekuensi Radio (RFID). Dalam perkembangannya sebuah benda dapat diberi pengenalan berupa IP address dan menggunakan jaringan internet untuk bisa berkomunikasi dengan benda lain yang memiliki pengenalan IP address. Cara Kerja Internet of Things yaitu dengan memanfaatkan sebuah argumentasi pemrograman yang dimana tiap-tiap perintah argumennya itu menghasilkan sebuah interaksi antara sesama mesin yang terhubung secara otomatis tanpa campur tangan manusia dan dalam jarak berapa pun. Internetlah yang menjadi penghubung di antara kedua interaksi mesin tersebut, sementara manusia hanya bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung.

### **2.2.6 Arduino**

Menurut Binanto, dan iwan Mengatakan Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat opensource, diturunkan dari Wiring platform, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor Atmel AVR dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Arduino UNO adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328 (datasheet)(Fatoni & Rendra, 2014)

Bagian – bagian papan Arduino :

- 1) 14 pin input/ output digital (0-13). Berfungsi sebagai input atau output, dapat diatur oleh program. Khusus untuk 6 buah pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11, dapat juga berfungsi sebagai pin analog output dimana tegangan outputnya dapat diatur. Nilai sebuah pin output analog dapat diprogram antara 0 – 255, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5V.
- 2) USB, berfungsi untuk: a) Membuat program dari komputer ke dalam papan b) Komunikasi serial antara papan dan komputer c) Memberi daya listrik kepada papan d) Sambungan SV1 Sambungan atau jumper untuk memilih sumber daya papan, apakah dari sumber eksternal atau menggunakan USB. Q1-Kristal (quartz crystal oscillator)
- 3) Tombol Reset S1, Untuk me-reset papan sehingga program akan mulai lagi dari awal. Perhatikan bahwa tombol reset ini bukan untuk menghapus program atau mengosongkan microcontroller.
- 4) In-Circuit Serial Programming (ICSP). Port ICSP memungkinkan pengguna untuk memprogram microcontroller secara langsung, tanpa melalui bootloader. Umumnya pengguna Arduino tidak melakukan ini sehingga ICSP tidak terlalu dipakai walaupun disediakan.
- 5) IC 1 – Microcontroller Atmega. Komponen utama dari papan Arduino, di dalamnya terdapat CPU, ROM dan RAM.
- 6) X1 – sumber daya eksternal. Jika hendak disuplai dengan sumber daya eksternal, papan Arduino dapat diberikan tegangan DC antara 9 - 12V.
- 7) 6 pin input analog (0-5). Pin ini sangat berguna untuk membaca tegangan yang dihasilkan oleh sensor analog, seperti sensor suhu.
- 8) Program dapat membaca nilai sebuah pininput antara 0 – 1023, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5V.



**Gambar 2.6 Arduino Uno**

*Sumber : Jurnal Teknik Elektro dan Komputer Vol. 7 No.2 (2018)*

### 1. Kelebihan Arduino

Ada beberapa kelebihan yang membuat Arduino ini banyak diminati yakni :

- e. Harganya yang murah
- f. Operating system flexible
- g. Bahasa pemrograman sederhana
- h. Open source

### 2. Kekurangan Arduino

Tidak ada alat yang sempurna pasti ada kekurangan dan kelebihan, ada beberapa kekurangan yang kurang disukai ketika kalian menggunakan Arduino, antara lain:

- a. Kode HEX yang bisa dibbilang cukup besar jika dibandingkan dengan mikrokontroler pro.
- b. Program lama harus di modif jika ingin menambahkan perintah.
- c. Kesalahan fuse bit yang sering terjadi ketika memproses bootloader.

### 3. Cara Kerja Arduino

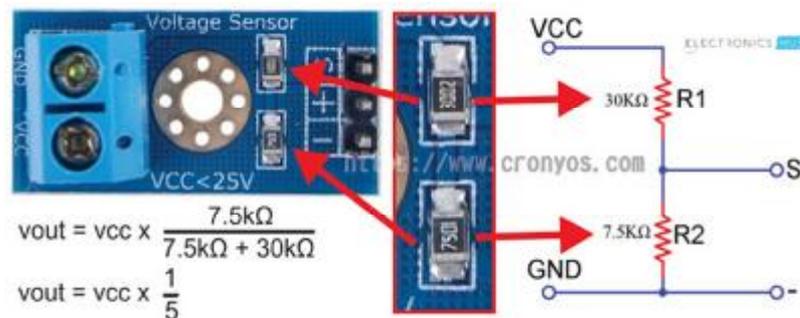
Arduino merupakan board instrumen elektronik yang tersusun dari rangkaian perangkat pendukung chip mikrokontroler yang ditanamkan didalam sebuah program. Otak dari arduino sendiri ialah mikrokontroler yang tertanam pada setiap serinya. Setiap jenis arduino menggunakan mikrokontroler yang berbeda sesuai dengan kebutuhannya masing-masing.

#### **2.2.7 Sensor Tegangan**

Pada umumnya Sensor tegangan ini digunakan untuk mendapatkan nilai tegangan antar fasa sehingga dapat mengetahui besar tegangan fasa-fasa. Pada

pembuatan sensor tegangan ini menggunakan transformator step down ,rangkaian penyearah, dan rangkaian pembagi tegangan. Rangkaian sensor tegangan pada prinsipnya yaitu melakukan pencuplikan tegangan yang mengalir masuk ke sistem pengukuran, cara kerja sensor tegangan ini yaitu sensor tegangan diletakan paralel terhadap jaringan sumber. Rangkaian ini pada initinya terdiri dari transformator step down berfungsi menurunkan tegangan, rangkaian penyearah,filter kapasitor, rangkaian pembagi tegangan

Besaran listrik seperti arus dan tegangan pada jaringan biasanya kurang stabil, maka dibutuhkan sistem monitoring pada jaringan untuk memantau amplitudo arus dan tegangan. Sistem pemantauan arus dan tegangan digunakan untuk memudahkan melihat besarnya arus dan tegangan yang ada pada jaringan. Mikrokontroler sebagai unit prosesor yang akan terintegrasi ke sensor dan komponen elektronika serta arduino uno digunakan sebagai mikrokontroler yang akan membaca inputan dari sensor yang kemudian dikirimkan melalui SMS gateway.



**Gambar 2.7 Sensor Tegangan**

*Sumber : Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro, 2016*

Fitur-fitur dan kelebihanannya:

1. Variasi Tegangan masukan: DC 0 - 25 V
2. Deteksi tegangan dengan jangkauan: DC 0.02445 V - 25 V
3. Tegangan resolusi analog: 0,00489 V
4. Tegangan DC masukan antarmuka: terminal positif dengan VCC, negatif dengan GND
5. Output Interface: "+" Koneksi 5 / 3.3V, "-" terhubung GND, "s" terhubung Arduino pin A0

6. DC antarmuka masukan: red terminal positif dengan VCC, negatif dengan GND.

### 2.2.8 Thinger I/O

Thingier.io merupakan sebuah platform IoT (Internet of Things) sebagai media pembacaan dan penerimaan data sensor yang digunakan untuk mempermudah suatu proses monitoring, sehingga dapat menghubungkan perangkat keras yang akan mengirimkan data sensor menuju cloud thingier.io.

Thingier.io juga merupakan platform Internet of Things (IoT) yang menyediakan fitur cloud untuk menghubungkan berbagai perangkat yang terkoneksi dengan internet. Thingier.io juga dapat memvisualisasikan hasil pembacaan sensor dalam bentuk nilai atau grafik.



**Gambar 2.8 Halaman Web Thinger i.o**

*Sumber : Jurus Teknika Volume 6 No. 4, 2020*

Bagian menu pada sisi kiri halaman memiliki beberapa fungsi sebagai berikut:

1. Statistic merupakan tampilan awal saat login. Dimana pada opsi ini menampilkan beberapa informasi mengenai jumlah perangkat yang tersambung, dashboards, data buckets, endpoints, dll.
2. Dashboards merupakan interface untuk pengguna yang menampilkan informasi dalam berbagai bentuk grafik maupun angka. Tampilan pada dashboards dapat diatur sesuai kebutuhan.
3. Device merupakan laman yang menampilkan nama perangkat yang terkoneksi atau memiliki akses dengan akun Thingier.io yang digunakan

saat itu juga. Jika perangkat sudah terdaftar dan sedang dalam keadaan online, maka pada kolom state akan berwarna hijau dengan tulisan connected. Sementara saat offline akan tertulis disconnected.

4. Data Buckets atau bisa disebut keranjang data, yaitu semacam penyimpanan virtual dari hasil pembacaan sensor dari waktu ke waktu. Nilai interval penyimpanan data dapat diatur sesuai kebutuhan. Hasil penyimpanan juga dapat diekspor untuk pengolahan offline.
5. Endpoints merupakan titik masuk ke layanan, proses atau lainnya.
6. Access Tokens adalah cara untuk memberikan otoritas ke layanan atau aplikasi pihak ketiga tanpa harus membagikan nama pengguna dan kata sandi.

### **2.2.9 Arduino IDE**

Arduino IDE (Integrated Development Environment) merupakan software yang digunakan untuk memprogram board Arduino. Software ini berfungsi sebagai text editor untuk membuat, mengedit serta memvalidasi program dan selanjutnya dapat di-upload ke board Arduino. Bahasa yang digunakan adalah serupa bahasa C. Kode program pada Arduino IDE dikenal dengan istilah Sketch dengan ekstensi file .ino. Pada tampilan Arduino IDE terdapat beberapa perintah yang diwakili dengan simbol tertentu, yaitu :

1. Verify code adalah perintah untuk memverifikasi program sebelum di-upload ke board Arduino. Jika terdapat kesalahan, maka akan muncul pesan error.
2. Upload yaitu sebagai perintah untuk mengupload sketch yang telah diverifikasi ke board Arduino.
3. New Sketch digunakan untuk membuat sketch baru.
4. Open Sketch digunakan untuk membuka sketch yang pernah dibuat.
5. Save Sketch digunakan untuk menyimpan sketch yang telah dibuat.
6. Serial Monitor digunakan sebagai interface pada komunikasi serial.
7. Keterangan berisi pesan yang sedang dijalankan oleh aplikasi, misal berisi pesan Compiling dan Done Compiling saat program sedang di-compile dan selesai di-compile.

8. Number Sketch menunjukkan posisi kursor berada pada baris yang aktif di program.
9. Info board dan port koneksi menunjukkan jenis board Arduino serta Port yang dipakai



**Gambar 2.9 Tampilan Software Arduino IDE**

*Sumber : Jurnal Media Infotama Vol. 12 No. 1, 2016*

Penulisan program pada Arduino IDE terdiri dari tiga bagian, yaitu :

#### 1) Structure

Terdiri dari fungsi `setup()` dan `loop()`.

a. `Setup()` adalah fungsi yang pertama kali dipanggil saat menjalankan sketch. Digunakan sebagai tempat inisialisasi variabel, pin, library, dan lainnya. `Setup ()` hanya dijalankan sekali ketika Arduino dinyalakan atau direset.

b. `Loop()` adalah fungsi untuk melakukan perulangan yang memungkinkan program untuk mengubah dan menanggapi. Berisi program inti yang digunakan untuk mengatur board Arduino.

#### 2) Value Berisi variabel sesuai tipe data yang digunakan.

3) `Function` Merupakan segmentasi kode ke dalam fungsi yang memungkinkan dibuatnya potongan – potongan kode untuk melakukan tugas tertentu. Fungsi digunakan untuk melakukan tugas yang sama beberapa kali dalam sebuah program.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Waktu**

##### **3.1.1 Tempat**

Penelitian ini dilaksanakan di Dusun Bintang Asih, Desa Rumah Sumbul, Kecamatan Sinembah Tanjung Muda hulu, Kabupaten Deli, Serdang Provinsi Sumatera Utara.

##### **3.1.2 Waktu**

Waktu pelaksanaan penelitian dimulai dari April- Juni 2021 pembuatan alat serta merangkainya, pengambilan data sampai selesai.

#### **3.2 Alat dan Bahan Penelitian**

Pada penelitian ini alat dan bahan yang digunakan untuk perakitan PLTS dan PLTMH adalah sebagai berikut :

##### **3.2.1 Alat Penelitian**

Adapun peralatan yang di gunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sensor, berfungsi sebagai perangkat yang digunakan untuk mendeteksi perubahan besaran fisik seperti tegangan, intensitas cahaya, kelembapan, suhu, dan fenomena-fenomena lingkungan lainnya.
2. Laptop, berfungsi sebagai media pemantauan data hasil sensor yang nantinya ditampilkan pada server yang dilihat melalui laptop.
3. Jaringan Internet, berfungsi sebagai media penghubung pengguna komputer dengan komputer lainnya serta dapat terhubung dengan komputer disebuah wilayah ke wilayah dipenjuru dunia, dan dalam penelitian ini jaringan digunakan sebagai pengahantar data dari sensor ke server yang ada di laptop.
4. Tang Ampere Digital, berfungsi untuk mengukur arus listrik pada sebuah kabel konduktor yang di aliri arus listrik dengan menggunakan dua rahang penjepitya (Clamp) tanpa harus memiliki kontak langsung dengan terminal listrik.
5. Multimeter Digital, berfungsi untuk mengukur tegangan listrik baik tegangan AC maupun DC, arus listrik dan tahanan listrik (resistansi).

Multimeter digital juga berfungsi memeriksa hubung singkat (koneksi), memeriksa transistor, elco, diode, led, diode zener, dll.

6. Tang Crimping (Tang Press), berfungsi untuk pegencang kabel lug terhadap kabel. Dengan menggunakan Tang Crimping akan di pastikan kekuatan dan kekencangan sambungan antara kabel beserta soket nya lebih terjamin.
7. Obeng, berfungsi untuk memasang dan melepas skrup antar komponen. Bila di tinjau dari penampangnya, di bedakan menjadi 2, yaitu obeng pipih (-/min) dan obeng plus (+/kembang/bintang/philip).
8. Pisau Cutter, berfungsi untuk memotong sebuah benda. Pisau cutter terdiri dari dua bagian utama, yaitu bilah pisau dan gagang pisau. Bilah pisau terbuat dari logam pipih yang tepinya di buat tajam yang disebut mata pisau, sedangkan pegangan pisau (gagang pisau) berbentuk memanjang agar dapat di genggam dengan tangan.
9. Penggaris, berfungsi untuk mengukur dan membuat garis lurus pada panel.
10. Tespen, berfungsi untuk memeriksa atau mengetahui ada tidaknya suatu tegangan listrik.
11. Tang Potong, berfungsi untuk memotong kabel dan kawat serta berfungsi juga sebagai membuka tembaga pada kabel.
12. Spidol Permanent, berfungsi untuk memberi tanda (bacaan) pada saat pengerjaan panel kontrol.
13. Bor Listrik, berfungsi untuk membuat lubang pada panel kontrol.

### **3.2.2 Bahan Penelitian**

Berikut merupakan bahan-bahan yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini yaitu:

1. Modul Photovoltaik, berfungsi mengubah sinar matahari langsung menjadi listrik.
2. Inverter, berfungsi mengubah arus searah menjadi arus tidak searah, dan tegangannya disesuaikan dengan tegangan yang dibutuhkan.
3. Baterai, berfungsi untuk menyimpan sementara listrik yang dihasilkan modul surya.

4. Solar Charge Controller, berfungsi mengatur tegangan dan arus yang dikeluarkan dari modul surya, melakukan proses pengisian battery, mencegah battery dari pengisian yang berlebihan.
5. Sensor arus, berfungsi sebagai alat pendeteksi arus pada sebuah kabel dan menghasilkan sinyal proporsional dengan besarnya nilai arus yang terdeteksi. Sinyal yang dihasilkan dapat berupa Tegangan Analog ataupun tegangan data digital. Sinyal ini dapat dijadikan sebagai alat ukur Arus atau besaran arus yang dapat disimpan dalam sebuah penyimpanan seperti server untuk dianalisa atau digunakan sebagai alat control.
6. Sensor tegangan, berfungsi sebagai pembaca nilai tegangan suatu rangkaian. Arduino dapat membaca nilai tegangan dengan memanfaatkan pin analog.
7. Generator berguna sebagai penghasil energi listrik dari putaran energi mekanis.
8. Panel control berfungsi sebagai penstabil tegangan.

### **3.3 Prosuder kerja**

Penelitian dan pengambilan data direncanakan sesuai dengan persetujuan pembimbing yang bertempat di Desa di Desa Rumah Sumbul Kecamatan Sinembah Tanjung Muda hulu, Kabupaten Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara. Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan dan diketahui dalam pelaksanaan tugas akhir ini antara lain sebagai berikut :

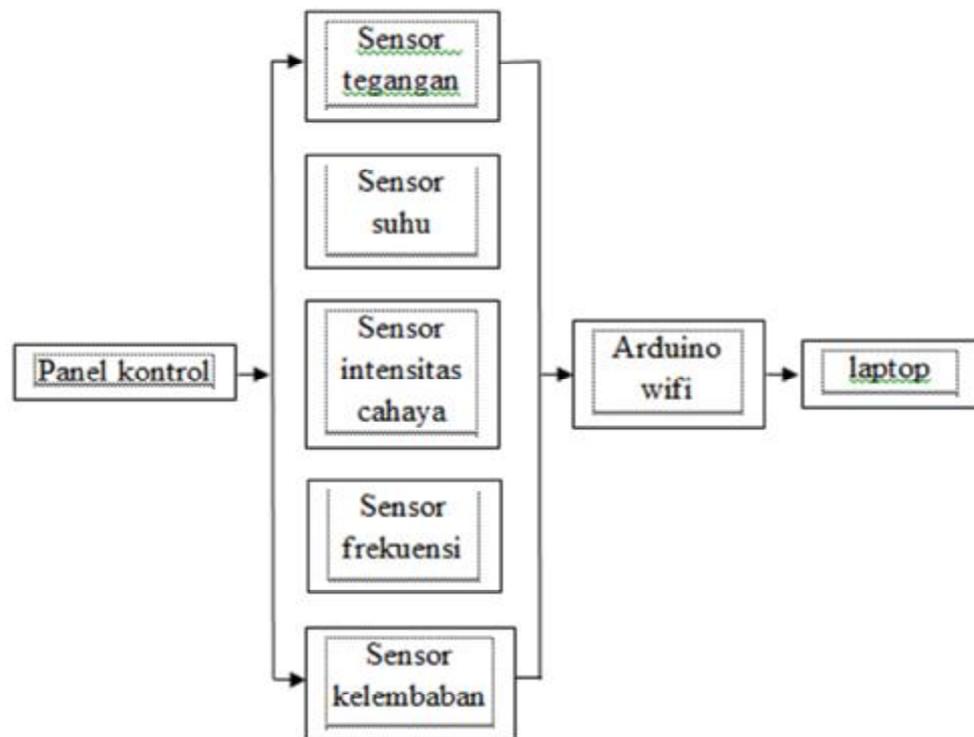
1. Menentukan tema dengan cara melakukan studi literatur untuk memperoleh berbagai sumber teori dan konsep untuk mendukung penelitian yang akan dilaksanakan.
2. Menyiapkan alat dan bahan yang telah dirakit.
3. Melakukan pemantauan menggunakan IoT untuk mengambil data.
4. Melakukan pengumpulan data tegangan, frekuensi, temperature, intensitas cahaya dan kelembaban.
5. Melakukan pemantauan menggunakan Internet Of Things (IoT) dengan web Thinger IO.

6. Mengumpulkan data yang sudah direkam oleh data logger untuk dipantau dengan menggunakan web Thinger IO.

7. Selesai.

### 3.4 Perancangan Sistem

pada penelitian ini ada beberapa perancangan sistem yang dibutuhkan untuk meneliti sensor arus dan tegangan dari keluaran pembangkit hibrida, berikut gambaran perancangan sistem :



**Gambar 3.1 blok diagram**

#### 3.4.1 Perancangan Hardware

Pada Perancangan Sistem Hardware memiliki beberapa komponen yang dibutuhkan untuk mendapatkan data arus dan tegangan.

Yang pertama Pemasangan sensor arus, sensor arus dipasang menggunakan sistem seri keluaran dari hibrida masuk ke sensor lalu ke beban, untuk sensor arus yang digunakan adalah SCT 013, kabel yang melewati sensor arus ini akan dipantau melalui web dan muncul pada laptop. disini juga saya memantau tegangan dengan menggunakan sensor Voltage Divider yang nantinya dipasang dengan menggunakan sistem parallel, sensor tegangan membutuhkan dua resistor

yang salah satunya akan masuk ke arduino dan yang satunya lagi masuk ke fasa netral. Untuk menjalankan alat sensor tersebut saya menggunakan arduino sebagai alat pengoprasiannya yang nntinya akan digerakkan sesuai perintah dan dapat menghasilkan data arus dan tegangan.

### **3.4.2 Perancangan Software**

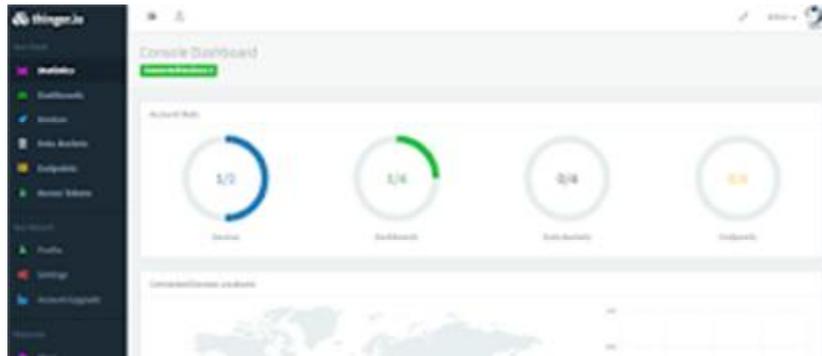
Perancangan software sebagai perangkat lunak ini menggunakan Arduino ide untuk membuat program atau coding sistem dari alat pemantauan arus dan tegangan. Bahasa pemrograman Arduino adalah Bahasa C. tetapi Bahasa ini sudah dipermudah menggunakan fungsi-fungsi yang sederhana sehingga pemula pun dapat mempelajarinya dengan cukup mudah. Untuk membuat program Arduino dan upload program kedalam board Arduino membutuhkan software Arduino IDE. Tahap pengcodingannya yaitu :

1. langkah pertama yaitu menginstal aplikasi Arduino Uno IDE di laptop tunggu hingga aplikasi selesai di instal, setelah selesai diinstal lalu buka aplikasi Arduino Uno IDE tunggu sampai menampilkan tempat pengcodingan di layar laptop tadi.
2. langkah kedua yaitu membuat alat pencodingan alat pemantau arus dan tegangan yang dijalankan dengan software pencodingan yang dibuat di aplikasi Arduino Uno IDE, setelah pencodingan alat pemantau arus dan tegangan selesai dibuat. Kemudian pilih gambar centang di aplikasi Arduino Uno IDE dengan bacaan kompilasi (verify) untuk mengecek bahwa coding dalam keadaan benar atau tidak, setelah pencodingan tadi dinyatakan sudah benar selanjutnya.
3. langkah ketiga yaitu menyimpan file coding yang sudah di verify tadi dengan file nama pemantau arus dan tegangan maka nama di aplikasi Arduino Uno IDE pencoding akan berubah.
4. langkah keempat yaitu mengupload coding alat pemantau arus dan tegangan yang sudah di verify tadi dengan memilih gambar panah mengarah kekanan di aplikasi Arduino Uno IDE dengan bacaan upload coding. Setelah coding diupload maka software alat pemantau arus dan tegangan selesai dibuat.

### 3.4.3 Perancangan Platform Thinger io

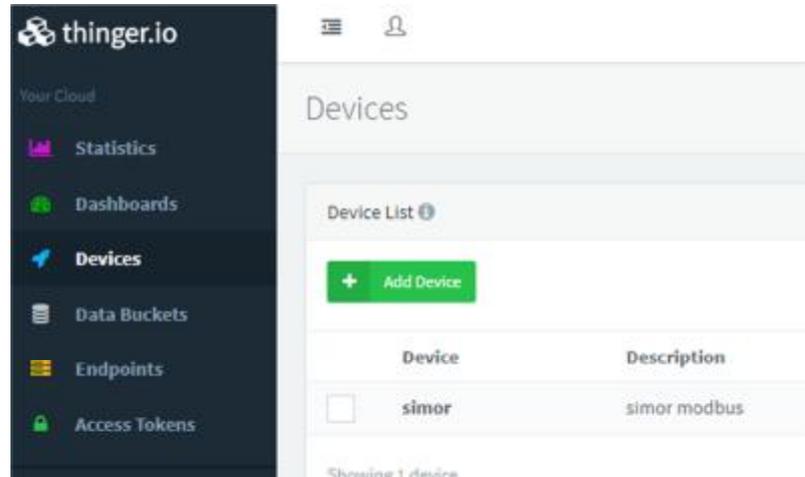
untuk menampilkan data-datanya disini saya menggunakan aplikasi web thinger io sebagai software. Berikut tahapan-tahapan perancangan thinger io :

1. Langkah pertama yaitu membuat akun platform thinger I/O
2. Selanjutnya setelah selesai membuat akun, login sehingga mendapatkan tampilan seperti ini



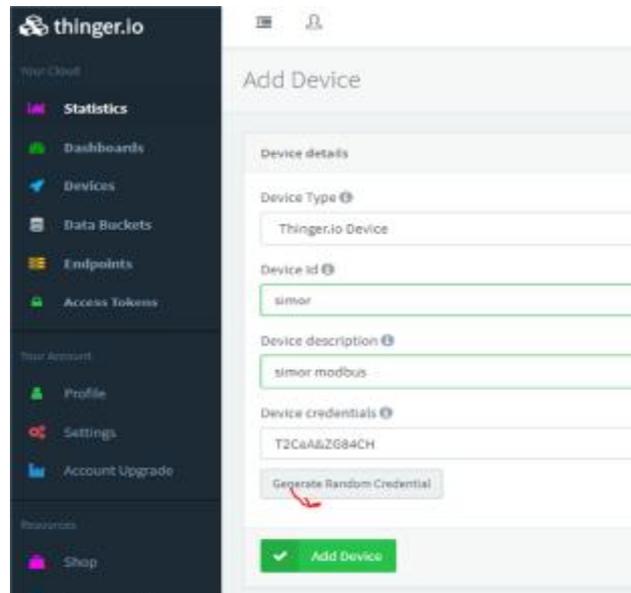
**Gambar 3.2 Tampilan Login Thinger i.o**

3. Lalu pilih device kemudian add device seperti gambar dibawah



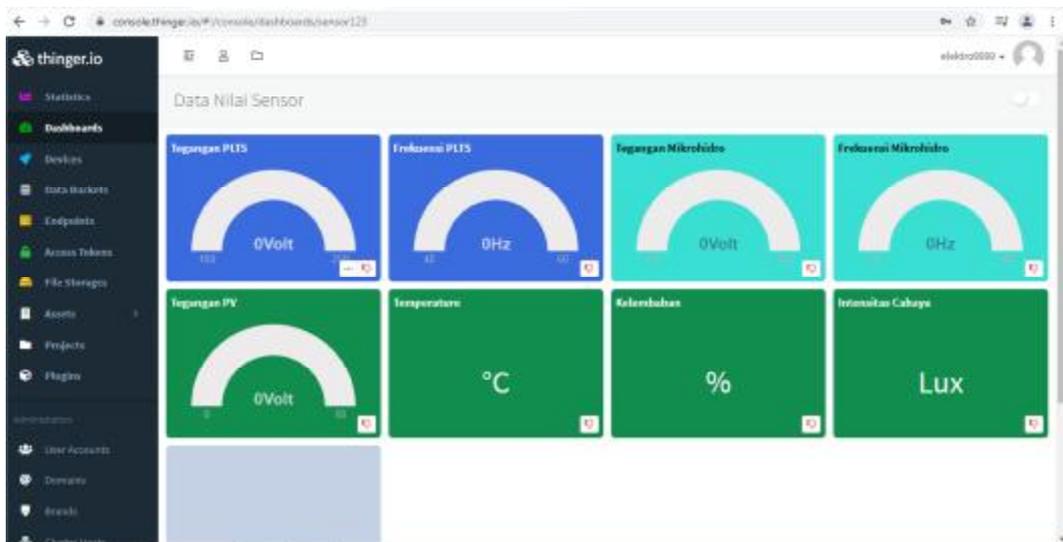
**Gambar 3.3 Tampilan Menu device Thinger i.o**

- Setelah itu Isi data device meliputi Device Id, Device Description, Device credential dengan klik generate random kemudian klik add device.



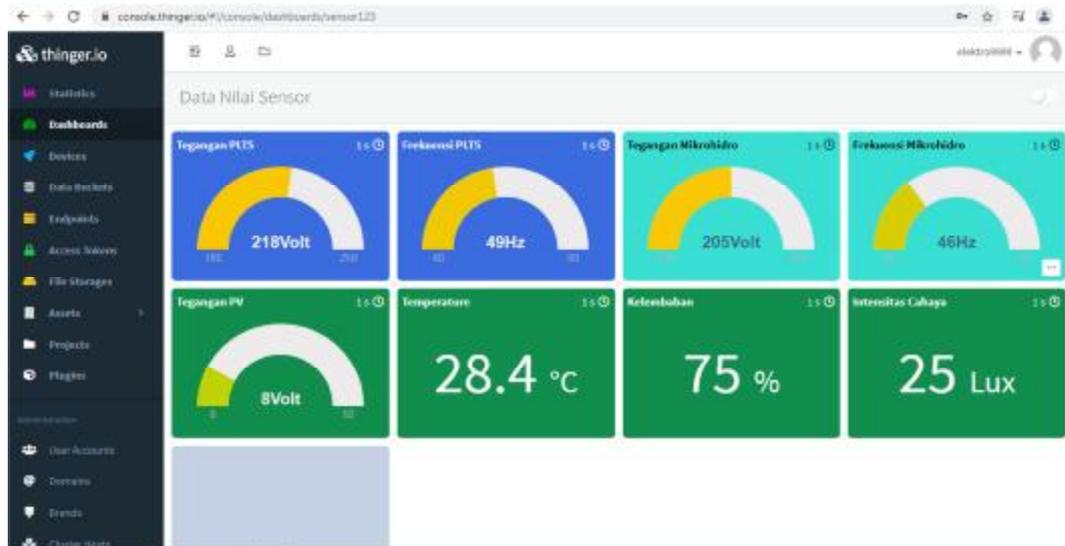
**Gambar 3.4 Tampilan Menu Add device**

Setelah selesai membuat akun, langkah berikutnya adalah login pada web thinger Io dan membuat project pada device yang nnti nya akan menjadi media monitor pemantauan sensor.



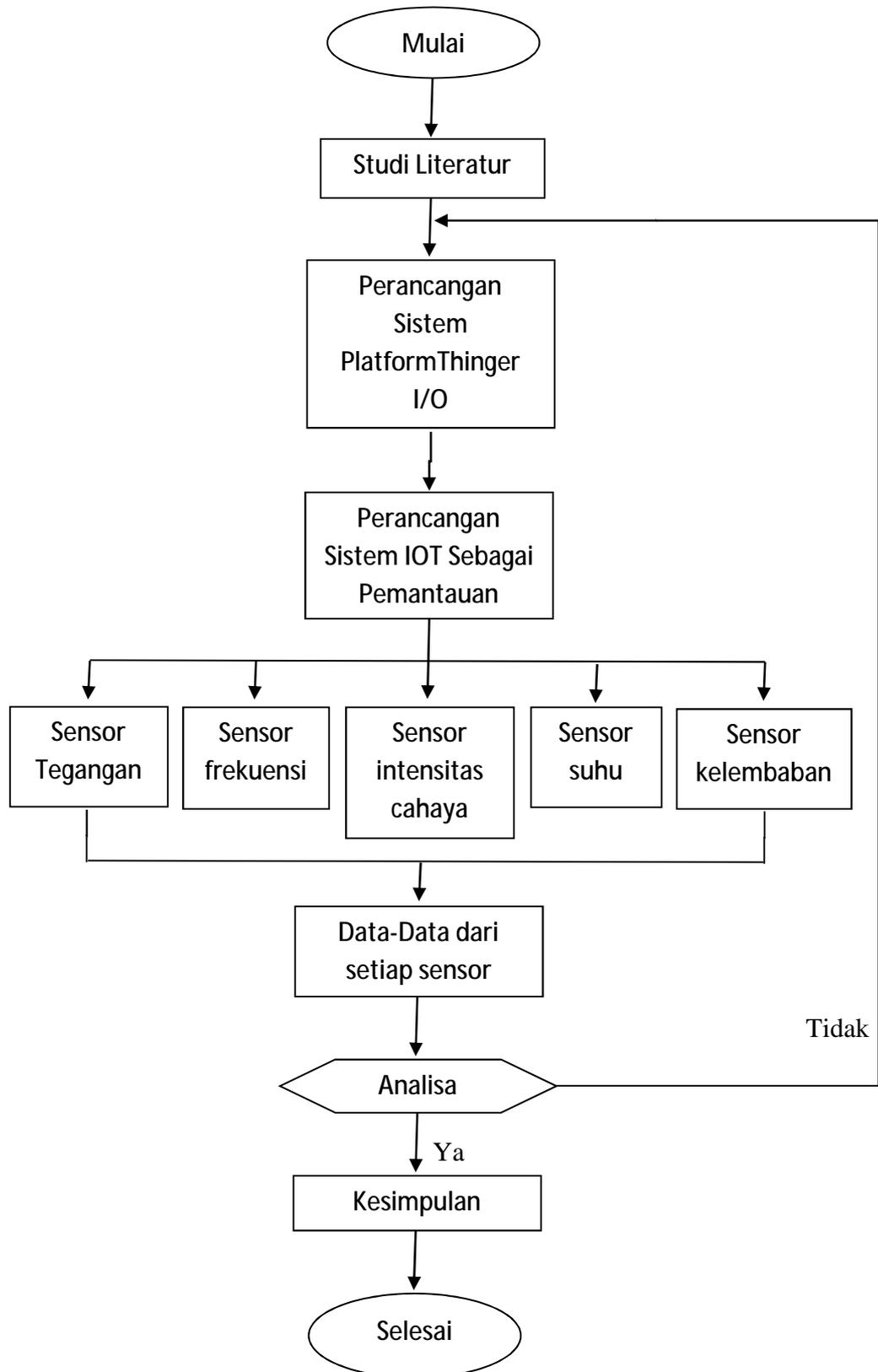
**Gambar 3.5 menu dashboards thinger Io dalam keadaan off**

Inilah tampilan ketika dalam kondisi software terhubung pada wifi sistem kontrol pada seluruh sensor yang membaca tegangan keluaran pada tiap pembangkit, perbedaannya dalam kondisi terhubung dengan menampilkan bacaan online.



**Gambar 3.6** menu dashboards thinger Io dalam keadaan on

### 3.5 Flowchart Penelitian



Gambar 3.7 Flowchart Penelitian.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan penerapan rangkaian sesuai skematik yang telah dijelaskan sebelumnya, penerapan sistem Iot sebagai pemantau pembangkit energi listrik sesuai dengan yang sudah direncanakan.

#### 4.1 Hasil Perancangan

##### 4.1.1 Pengujian Program keseluruhan

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <DHT.h>
#include <ThingESP8266.h>
#define teganganPLTS
#define frekuensiPLTS
#define teganganMikrohidro
#define frekuensiMikrohidro
#define teganganPV
#define cahaya A0
#define USERNAME "elektro9999" //Username thinger.io
#define DEVICE_ID "NodeMCU_V3"
#define DEVICE_CREDENTIAL "12345678"
#define SSID "gak pakek paket" //Hotspot yang kita pakai
#define SSID_PASSWORD "satepadang"
#define DHTPIN D7 //Pin data dari DHT terhubung ke pin D7 NodeMCU
#define DHTTYPE DHT22
ThingESP8266 thing(USERNAME, DEVICE_ID, DEVICE_CREDENTIAL);
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
RL=500/lux V0=5(RL/(RL+R)) V0=LDR_value ADC_value lux=(250/V0)-50
#define LDR_PIN 0
#define MAX_ADC_READING 1023.0
#define ADC_REF_VOLTAGE 5.0
#define REF_RESISTANCE 5030
// measure this for best results #define LUX_CALC_SCALAR 12518931
```

```

#define LUX_CALC_EXPONENT -1.405 // Variabel menampung data ke
ThingrIO int ldr; int intensitasCahaya; float temperature, humidity;
#define LED_PIN 13
float r;
int i,tegangannyaPLTS, frekuensiPLTS;
int teganganMikrohidro, frekuensiMikrohidro;
int teganganPV;
float hum,temp;
void setup() {
Serial.begin(9600);
Serial.println("Baca DHT22");
WiFi.begin(SSID, SSID_PASSWORD); while(WiFi.status() !=
WL_CONNECTED){ delay(500); digitalWrite(LED_PIN, LOW); }
digitalWrite(LED_PIN, HIGH);
dht.begin();
thing.add_wifi(SSID, SSID_PASSWORD);
thing["sensor123"] >> [(pson & out){
out["tegangannyaPLTS"] = tegangannyaPLTS;
}
out["frekuensiPLTS"] = frekuensiPLTS;
out["TeganganMikrohidro"] = teganganMikrohidro;
out["frekuensiMikrohidro"] = frekuensiMikrohidro;
out["tegangannyaPV"] = teganganPV;
out["suhu"] = temp;
out["ldr"] = intensitasCahaya;
out["kelembaban"] = hum; }; }
void bacaLdr(){
digitalWrite(1,HIGH);
digitalWrite(2,HIGH);
digitalWrite(3,HIGH);
}
void bacaVPLTS(){

```

```

digitalWrite(1,HIGH);
digitalWrite(2,HIGH);
digitalWrite(3,HIGH);
    }
void bacaFPLTS(){
digitalWrite(1,HIGH);
digitalWrite(2,HIGH);
digitalWrite(3,HIGH);
    }
void bacaVMikrohidro(){
digitalWrite(1,HIGH);
digitalWrite(2,HIGH);
digitalWrite(3,HIGH);
    }
void bacaFMikrohidro(){
digitalWrite(1,HIGH);
digitalWrite(2,HIGH);
digitalWrite(3,HIGH); }
void loop() {
int ldrRawData;
float resistorVoltage, ldrVoltage;
float ldrResistance;
float ldrLux; // Perform the analog to digital conversion
ldrRawData = analogRead(LDR_PIN);
if (ldrRawData >= MAX_ADC_READING){ ldrRawData = 1022.0;
    }
resistorVoltage = (float)ldrRawData / MAX_ADC_READING
ADC_REF_VOLTAGE;
ldrVoltage = ADC_REF_VOLTAGE - resistorVoltage;
ldrResistance = ldrVoltage/resistorVoltage REF_RESISTANCE;
ldrLux = LUX_CALC_SCALAR pow(ldrResistance,
LUX_CALC_EXPONENT);

```

```

Serial.print("LDR Raw Data : ");
Serial.println(ldrRawData);
Serial.print("LDR Voltage : ");
Serial.print(ldrVoltage);
Serial.println(" volts");
Serial.print("LDR Resistance : ");
Serial.print(ldrResistance);
Serial.println(" Ohms");
Serial.print("LDR Illuminance: ");
Serial.print(ldrLux); Serial.println(" lux");
int lux = ldrLux;
teganganPV = map(ldrRawData,0,1022,0,40);
teganganPLTS = map(teganganPV,0,40.0,0,2.0);
frekuensiPLTS = map(teganganPV,0,40,0,1);
teganganMikrohidro = map(teganganPV,0,40,0,23);
float h = dht.readHumidity(); //Membaca kelembaban
float t = dht.readTemperature(); //Membaca suhu dalam satuan Celcius
float f = dht.readTemperature(true); //Membaca suhu dalam satuan Fahrenheit
hum = h; temp = t;
intensitasCahaya = ldr;
teganganPLTS = 218+teganganPLTS;
frekuensiPLTS = 49.0+frekuensiPLTS;
teganganMikrohidro = 200+teganganMikrohidro;
frekuensiMikrohidro = map(teganganMikrohidro,0,223,0,50);
frekuensiMikrohidro = frekuensiMikrohidro;
teganganPV = teganganPV;
hum = 86.6;
temp = 28.4;
intensitasCahaya = lux;
thing.handle();
delay(500);
}

```

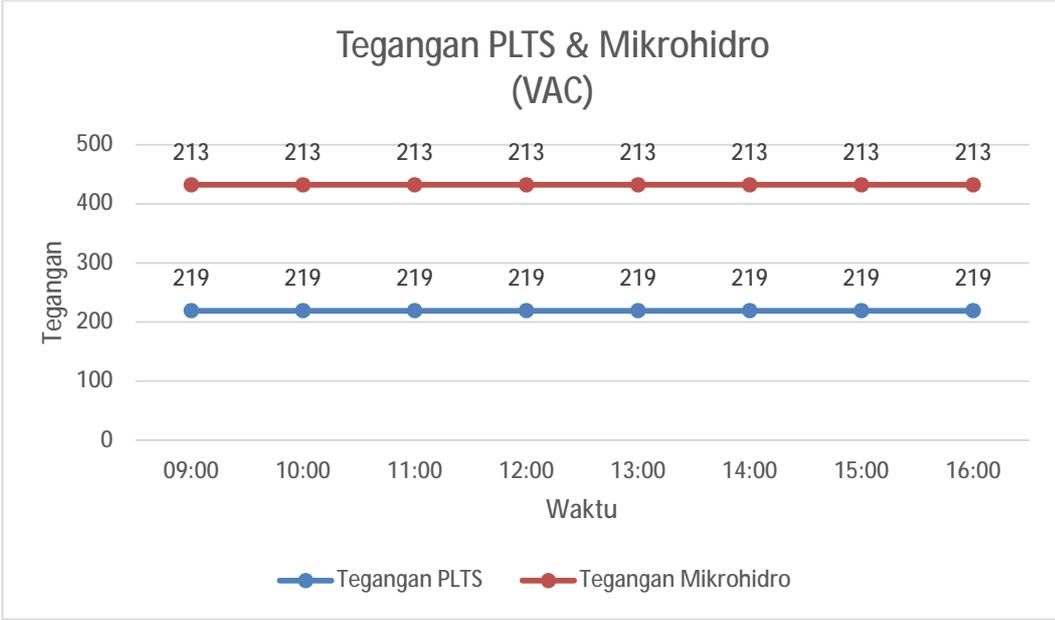
## 4.2 Pengukuran data hasil server

Pengukuran data hasil server disini untuk mengukur dan mengamati nilai output pada tiap Pembangkit Listrik TenagaMikrohidro dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya fungsional serta kinerja dari pengontrolan. Pengjian dilakukan dengan mengoperasikan alat kemudian memperhatikan kinerja dari tiap komponen alat sensor LDR, sensor Suhu, sensor Tegangan Mikrohidro, sensor Tegangan PLTS, sensor Tegangan PV, sensor Frekuensi.

Pengambilan data pengujian sistem monitoring yang dilihat menggunakan sensor dengan alat ukur dapat dilihat pada tabel 4.1 bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sistem monitoring yang dibuat dapat bekerja dengan baik. Atau tidak dengan menggunakan beban rumah warga desa bintang asih. Hasil pengujian didapat selisih pengukuran antara sistem monitoring yang menggunakan sensor dengan alat ukur.

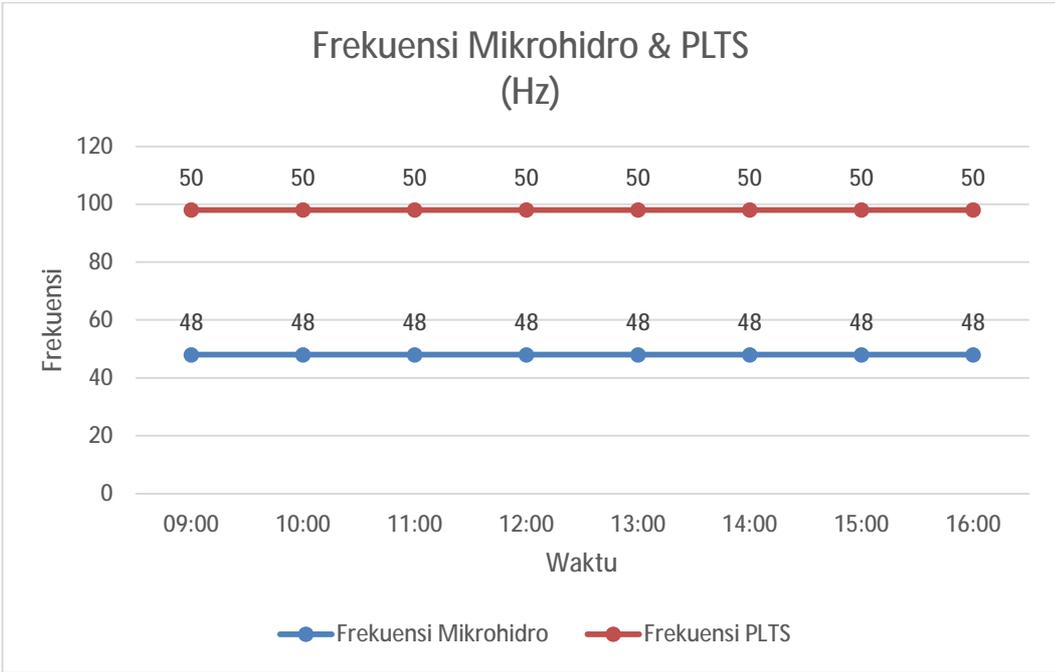
**Tabel 4. 1 Tabel data nilai server**

Waktu	Tegangan mikrohidro (VAC)	Frekuensi mikrohidro (hz)	Tegangan plts (VAC)	Frekuensi plts (Hz)	Tegangan pv (Vdc)	Temperatur pv (°C)	Intensitas cahaya (mc)	Kelembaban (%)
09.00	213	48	219	50	23	28,3	110	86,5
10.00	213	48	219	50	23	28,3	110	86,5
11.00	213	48	219	50	23	28,3	118	86,5
12.00	213	48	219	50	23	28,3	123	86,5
13.00	214	48	219	50	24	28,3	118	86,5
14.00	213	48	219	50	23	28,3	114	86,6
15.00	213	48	219	50	23	28,3	119	86,6
16.00	213	48	219	50	23	28,3	120	86,6



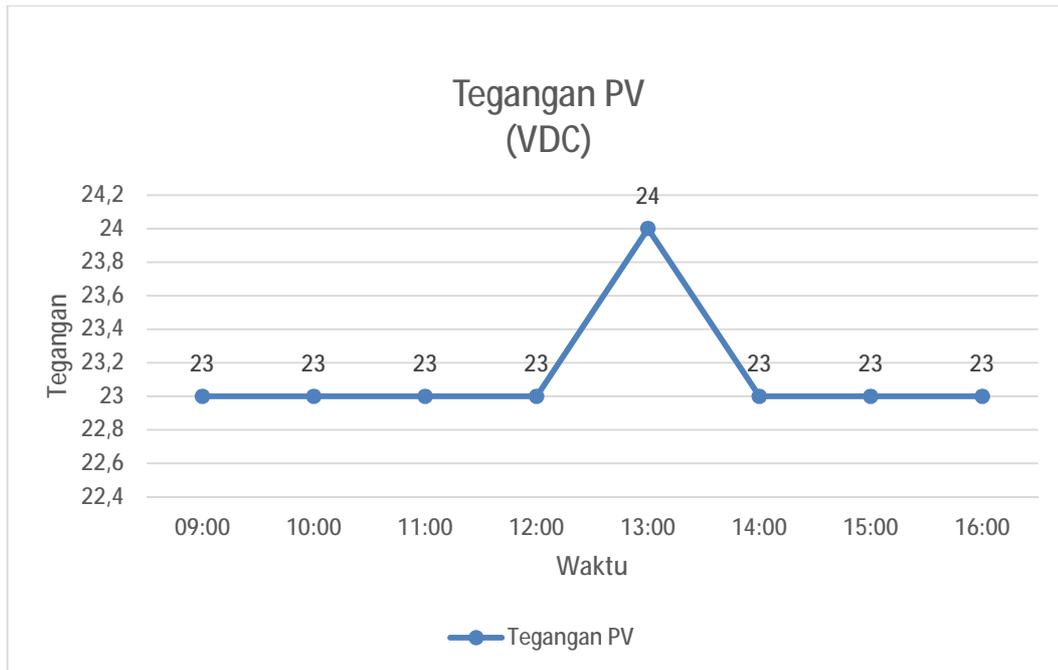
Gambar 4. 1 Grafik tegangan PLTS dan Mikrohidro (VAC)

Gambar diatas merupakan grafik yang memperlihatkan tegangan dari PLTS dan mikrohidro yang dihasilkan dari nilai server.



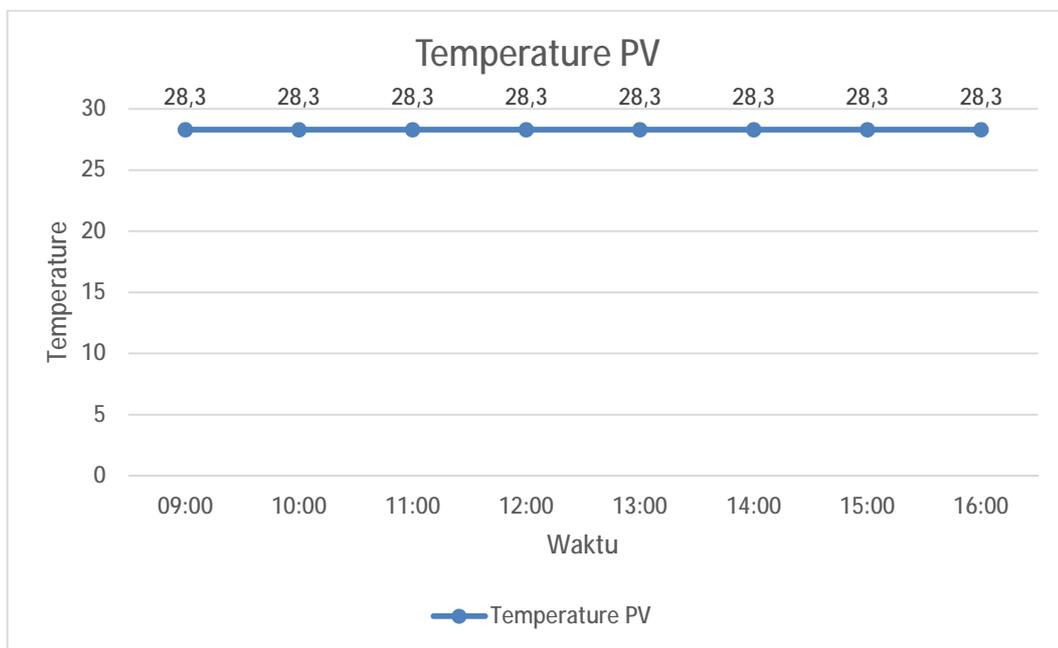
Gambar 4. 2 Grafik Frekuensi Mikrohidro dan PLTS (Hz)

Gambar diatas merupakan grafik yang memperlihatkan frekuensi Mikrohidro dan PLTS yang dihasilkan dari nilai sever.



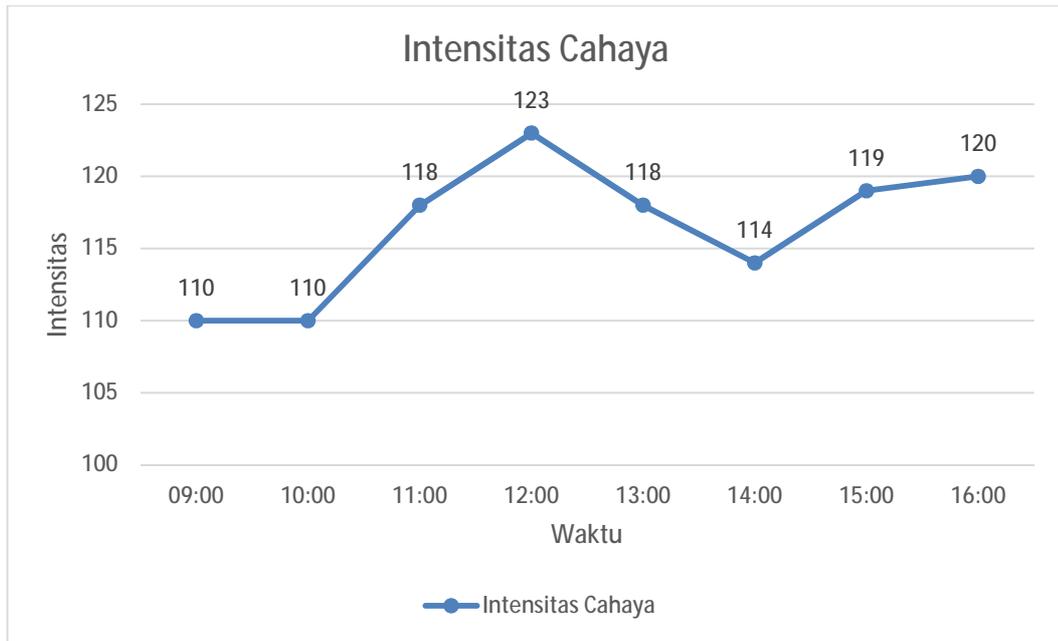
Gambar 4. 3 Grarik tegangan photovoltaik (VDC)

Gambar diatas merupakan grafik yang memperlihatkan tegangan photovoltaik yang dihasilkan dari nilai server.



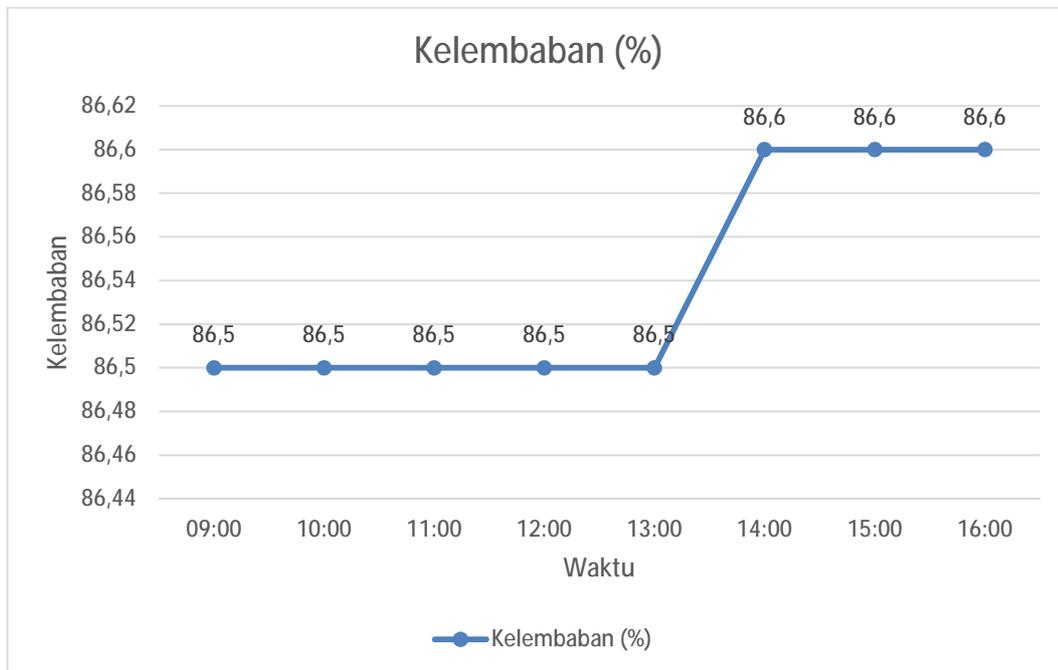
Gambar 4. 4 Grarik temperature photovoltaik (celcius)

Gambar diatas merupakan grafik yang memperlihatkan temperature photovoltaik yang dihasilkan dari nilai server.



Gambar 4. 5 Grafik intensitas cahaya (mc)

Gambar diatas merupakan grafik yang memperlihatkan intensitas cahaya yang dihasilkan dari nilai server.



Gambar 4. 6 Grafik kelembaban (%)

Gambar diatas merupakan grafik yang memperlihatkan kelembaban yang dihasilkan dari nilai server.

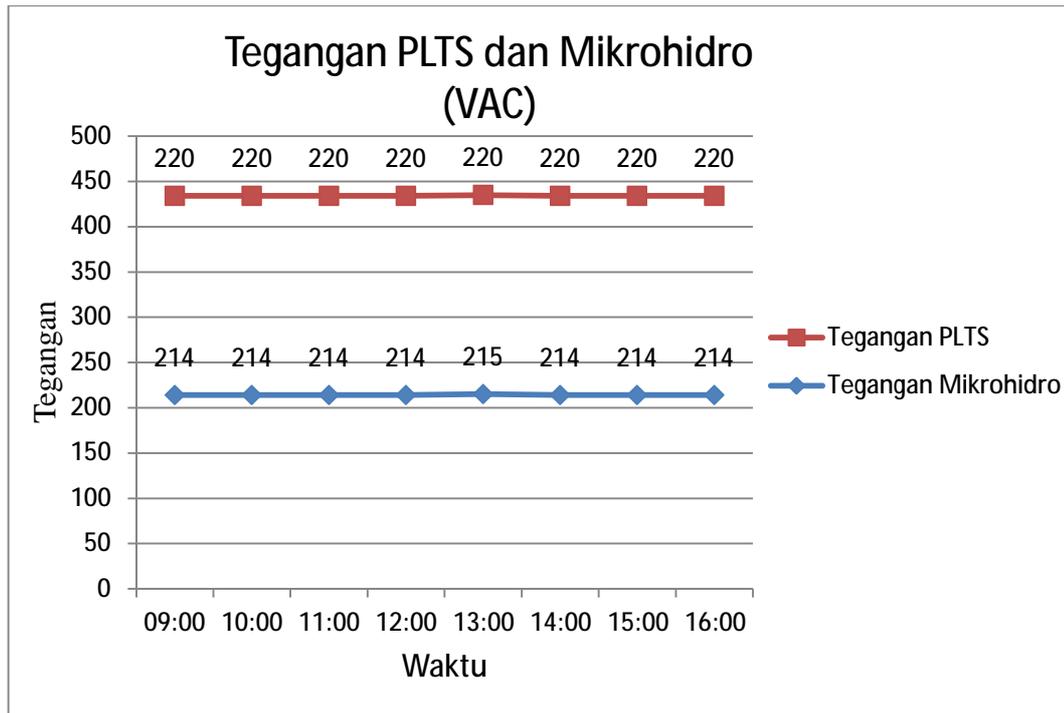
### 4.3 Pengukuran data real

Pengukuran data asli disini untuk perbandingan terhadap data real dan data server, Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya fungsional serta kinerja dari pengontrolan. Pengujian dilakukan dengan mengoperasikan alat kemudian memperhatikan kinerja dari tiap komponen alat sensor LDR, sensor Suhu, sensor Tegangan Mikrohidro, sensor Tegangan PLTS, sensor Tegangan PV, sensor Frekuensi.

Pengambilan data asli yang dilihat menggunakan alat ukur dapat dilihat pada tabel 4.2 bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sistem monitoring yang dibuat dapat bekerja dengan baik. Atau tidak dengan menggunakan beban rumah warga desa bintang asih. Hasil pengujian didapat selisih pengukuran antara sistem monitoring yang menggunakan sensor dengan alat ukur.

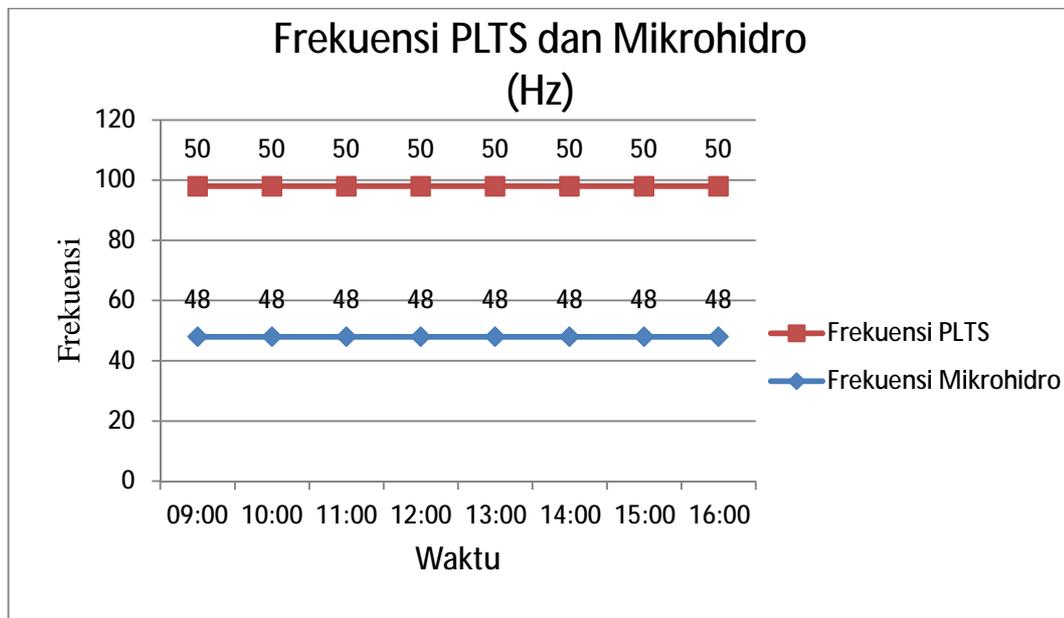
**Tabel 4. 2 Tabel data nilai real**

Waktu	Tegangan mikrohidro (VAC)	Frekuensi mikrohidro (hz)	Tegangan plts (VAC)	Frekuensi plts (Hz)	Tegangan pv (Vdc)	Temperatur pv (°C)	Intensitas cahaya (mc)	Kelembaban (%)
09.00	214	48	220	50	23	29,1	110	87
10.00	214	48	220	50	23	29,1	110	87
11.00	214	48	220	50	23	29,1	118	87
12.00	214	48	220	50	23	29,1	123	87
13.00	215	48	220	50	24	29,1	118	87
14.00	214	48	220	50	23	29,1	114	87
15.00	214	48	220	50	23	29,1	119	87
16.00	214	48	220	50	23	29,1	120	87



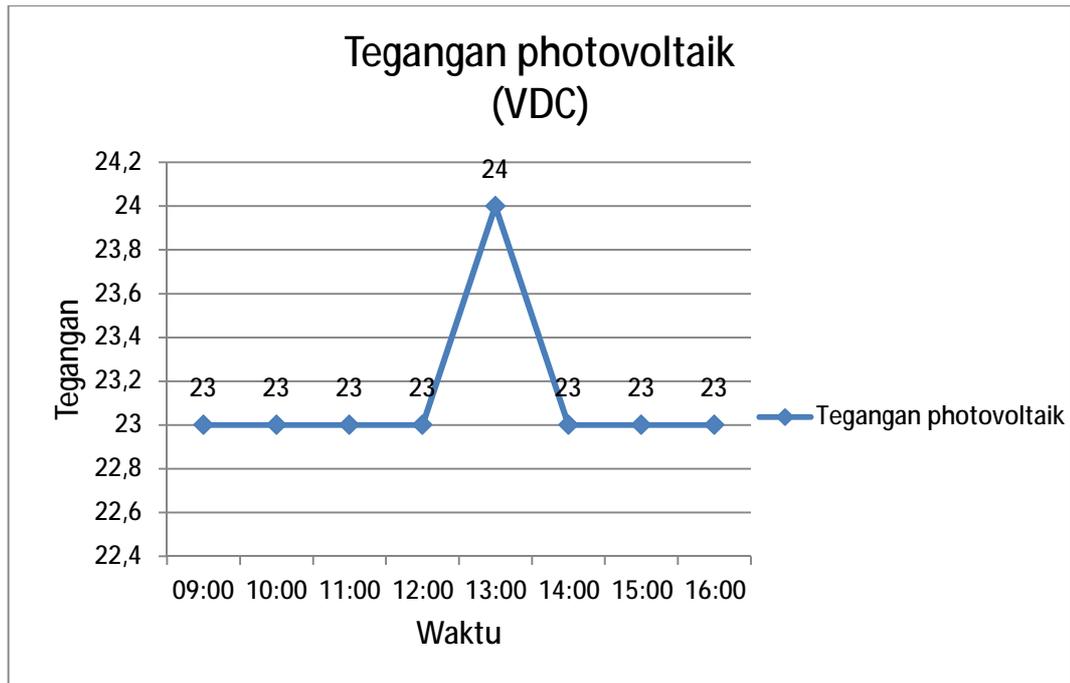
Gambar 4. 7 Grafik tegangan PLTS dan Mikrohidro (VAC)

Gambar diatas merupakan grafik yang memperlihatkan tegangan dari PLTS dan mikrohidro yang dihasilkan dari nilai real.



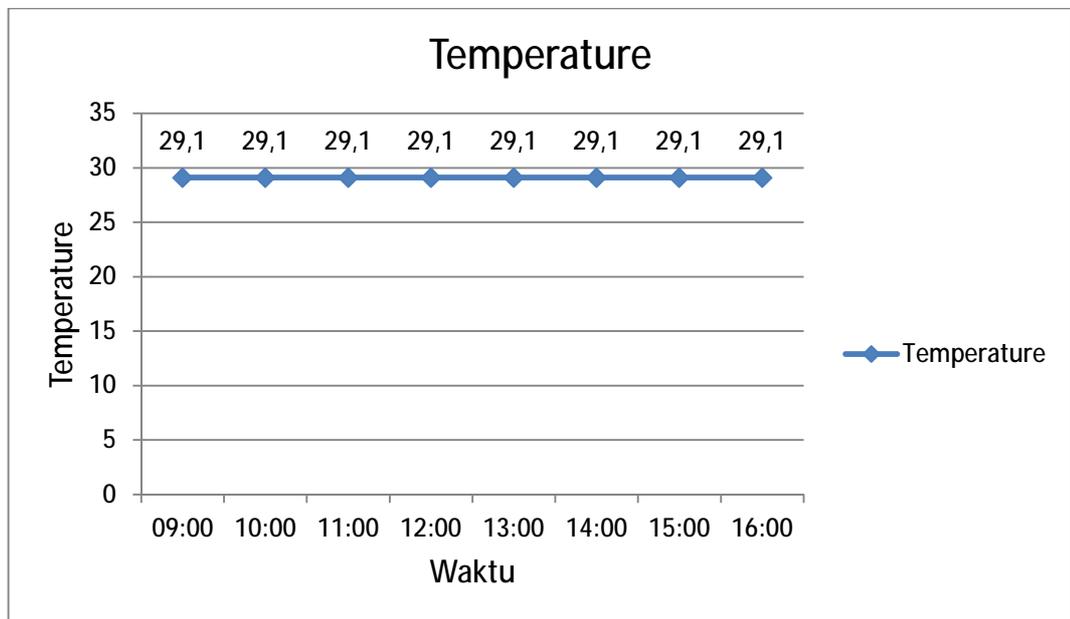
Gambar 4. 8 Grafik frekuensi PLTS dan Mikrohidro (Hz)

Gambar diatas merupakan grafik yang memperlihatkan frekuensi dari PLTS dan mikrohidro yang dihasilkan dari nilai real.



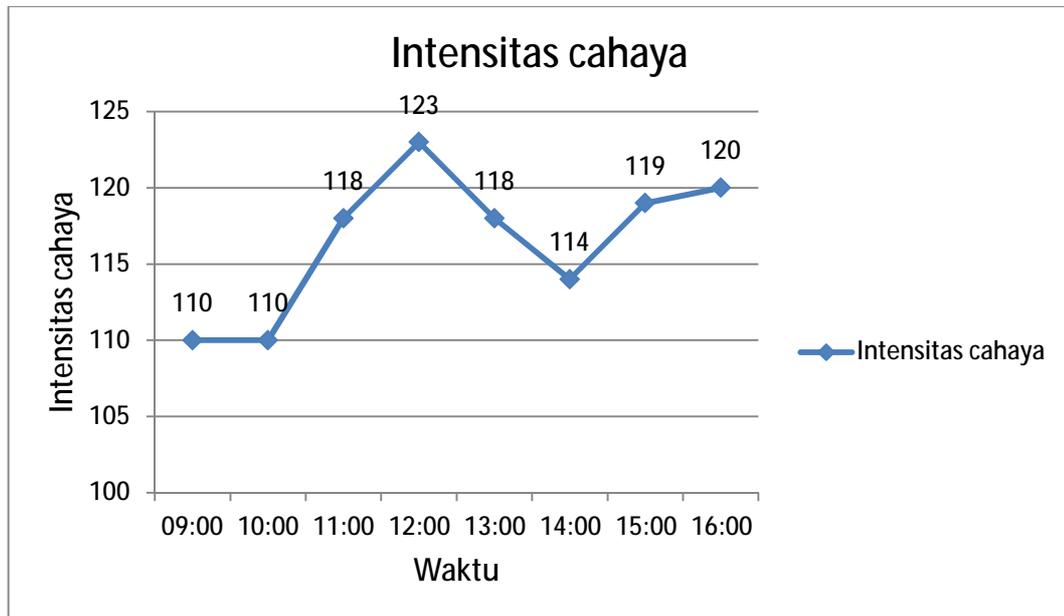
Gambar 4. 9 Grafik tegangan photovoltaik (VDC)

Gambar diatas merupakan grafik yang memperlihatkan tegangan photovoltaik (VDC) yang dihasilkan dari nilai real.



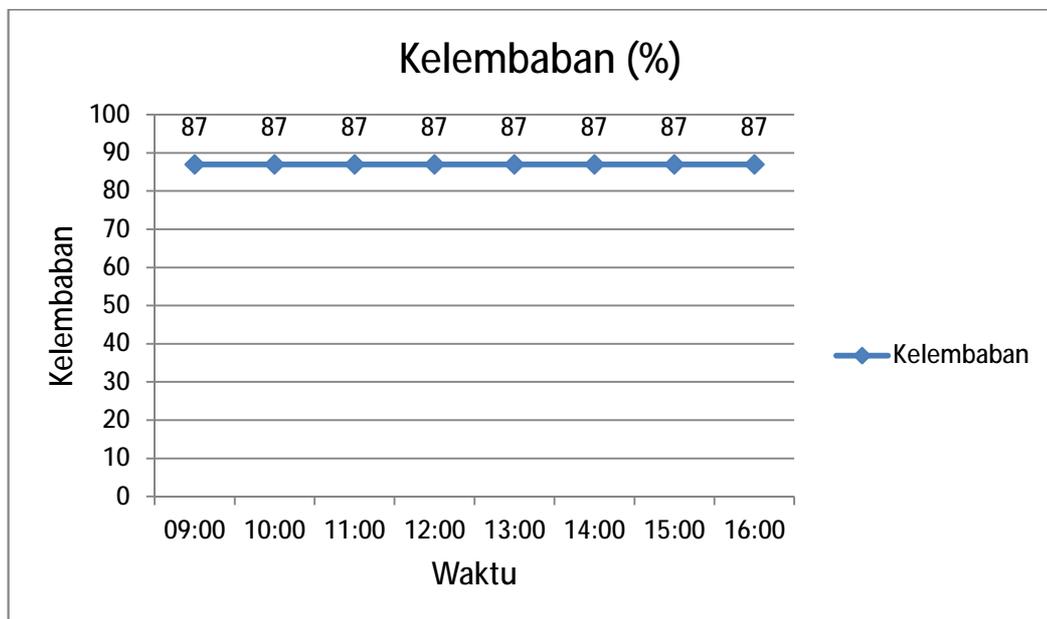
Gambar 4. 10 Grafik temperature (celcius)

Gambar diatas merupakan grafik yang memperlihatkan temperature yang dihasilkan dari nilai real.



Gambar 4. 11 Grafik intensitas cahaya (mc)

Gambar diatas merupakan grafik yang memperlihatkan intensitas yang dihasilkan dari nilai real.



Gambar 4. 12 Grafik kelembaban (%)

Gambar diatas merupakan grafik yang memperlihatkan kelembaban yang dihasilkan dari nilai real.

#### 4.4 Perhitungan nilai eror

Perhitungan nilai eror dengan menentukan nilai server dan nilai asli yang untuk mengetahui nilai eror dari tegangan Mikrohidro dan Tengan PLTS yang dapat ditentukan dalam perumusan yaitu :

$$\text{Nilai Eror} = \frac{\text{Nilai Real} - \text{Nilai Server}}{\text{Nilai Real}}$$

##### 4.4.1 Nilai eror tegangan Mikrohidro

Perhitungan nilai eror tegangan mikrohidro adalah sebagai berikut :

1. Percobaan pertama telah didapati nilai eror dari perbandingan nilai real mikrohidro dengan nilai server, maka untuk mencari nilai eror dapat ditentukan dengan:

$$\begin{aligned}\text{Nilai eror} &= \frac{214 - 213}{214} \\ &= 0,004 \text{ V}\end{aligned}$$

2. Percobaan kedua telah didapati nilai eror dari perbandingan nilai real mikrohidro dengan nilai server, maka untuk mencari nilai eror dapat ditentukan dengan:

$$\begin{aligned}\text{Nilai eror} &= \frac{214 - 213}{214} \\ &= 0,004 \text{ V}\end{aligned}$$

3. Percobaan ketiga telah didapati nilai eror dari perbandingan nilai real mikrohidro dengan nilai server, maka untuk mencari nilai eror dapat ditentukan dengan:

$$\begin{aligned}\text{Nilai eror} &= \frac{214 - 213}{214} \\ &= 0,004 \text{ V}\end{aligned}$$

4. Percobaan keempat telah didapati nilai eror dari perbandingan nilai real mikrohidro dengan nilai server, maka untuk mencari nilai eror dapat ditentukan dengan:

$$\begin{aligned}\text{Nilai eror} &= \frac{214 - 213}{214} \\ &= 0,004 \text{ V}\end{aligned}$$

5. Percobaan kelima telah didapati nilai eror dari perbandingan nilai real mikrohidro dengan nilai server, maka untuk mencari nilai eror dapat ditentukan dengan:

$$\begin{aligned}\text{Nilai eror} &= \frac{215 - 214}{215} \\ &= 0,004 \text{ V}\end{aligned}$$

6. Percobaan keenam telah didapati nilai eror dari perbandingan nilai real mikrohidro dengan nilai server, maka untuk mencari nilai eror dapat ditentukan dengan:

$$\begin{aligned}\text{Nilai eror} &= \frac{214 - 213}{214} \\ &= 0,004 \text{ V}\end{aligned}$$

7. Percobaan ketujuh telah didapati nilai eror dari perbandingan nilai real mikrohidro dengan nilai server, maka untuk mencari nilai eror dapat ditentukan dengan:

$$\begin{aligned}\text{Nilai eror} &= \frac{214 - 213}{214} \\ &= 0,004 \text{ V}\end{aligned}$$

8. Percobaan kedelapan telah didapati nilai eror dari perbandingan nilai real mikrohidro dengan nilai server, maka untuk mencari nilai eror dapat ditentukan dengan:

$$\begin{aligned}\text{Nilai eror} &= \frac{214 - 213}{214} \\ &= 0,004 \text{ V}\end{aligned}$$

#### 4.4.2 Nilai eror tegangan PLTS

Perhitungan nilai eror tegangan PLTS adalah sebagai berikut :

1. Percobaan pertama telah didapati nilai eror dari perbandingan nilai real PLTS dengan nilai server, maka untuk mencari nilai eror dapat ditentukan dengan:

$$\begin{aligned}\text{Nilai eror} &= \frac{220-219}{220} \\ &= 0,004 \text{ V}\end{aligned}$$

2. Percobaan kedua telah didapati nilai eror dari perbandingan nilai real PLTS dengan nilai server, maka untuk mencari nilai eror dapat ditentukan dengan:

$$\begin{aligned}\text{Nilai eror} &= \frac{220-219}{220} \\ &= 0,004 \text{ V}\end{aligned}$$

3. Percobaan ketiga telah didapati nilai eror dari perbandingan nilai real PLTS dengan nilai server, maka untuk mencari nilai eror dapat ditentukan dengan:

$$\begin{aligned}\text{Nilai eror} &= \frac{220-219}{220} \\ &= 0,004 \text{ V}\end{aligned}$$

4. Percobaan keempat telah didapati nilai eror dari perbandingan nilai real PLTS dengan nilai server, maka untuk mencari nilai eror dapat ditentukan dengan:

$$\begin{aligned}\text{Nilai eror} &= \frac{220-219}{220} \\ &= 0,004 \text{ V}\end{aligned}$$

5. Percobaan kelima telah didapati nilai eror dari perbandingan nilai real PLTS dengan nilai server, maka untuk mencari nilai eror dapat ditentukan dengan:

$$\begin{aligned}\text{Nilai eror} &= \frac{220-219}{220} \\ &= 0,004 \text{ V}\end{aligned}$$

6. Percobaan keenam telah didapati nilai eror dari perbandingan nilai real PLTS dengan nilai server, maka untuk mencari nilai eror dapat ditentukan dengan:

$$\begin{aligned}\text{Nilai eror} &= \frac{220-219}{220} \\ &= 0,004 \text{ V}\end{aligned}$$

7. Percobaan ketujuh telah didapati nilai eror dari perbandingan nilai real PLTS dengan nilai server, maka untuk mencari nilai eror dapat ditentukan dengan:

$$\begin{aligned}\text{Nilai eror} &= \frac{220-219}{220} \\ &= 0,004 \text{ V}\end{aligned}$$

8. Percobaan kedelapan telah didapati nilai eror dari perbandingan nilai real PLTS dengan nilai server, maka untuk mencari nilai eror dapat ditentukan dengan:

$$\begin{aligned}\text{Nilai eror} &= \frac{220-219}{220} \\ &= 0,004 \text{ V}\end{aligned}$$

#### **4.4.3 Nilai eror tegangan PV**

Perhitungan nilai eror tegangan PV adalah sebagai berikut :

1. Percobaan pertama telah didapati nilai eror dari perbandingan nilai real PV dengan nilai server, maka untuk mencari nilai eror dapat ditentukan dengan:

$$\begin{aligned}\text{Nilai eror} &= \frac{23-23}{23} \\ &= 0 \text{ V}\end{aligned}$$

2. Percobaan kedua telah didapati nilai eror dari perbandingan nilai real PV dengan nilai server, maka untuk mencari nilai eror dapat ditentukan dengan:

$$\begin{aligned}\text{Nilai eror} &= \frac{23-23}{23} \\ &= 0 \text{ V}\end{aligned}$$

3. Percobaan ketiga telah didapati nilai eror dari perbandingan nilai real PV dengan nilai server, maka untuk mencari nilai eror dapat ditentukan dengan:

$$\begin{aligned}\text{Nilai eror} &= \frac{23- 23}{23} \\ &= 0 \text{ V}\end{aligned}$$

4. Percobaan keempat telah didapati nilai eror dari perbandingan nilai real PV dengan nilai server, maka untuk mencari nilai eror dapat ditentukan dengan:

$$\begin{aligned}\text{Nilai eror} &= \frac{23- 23}{23} \\ &= 0 \text{ V}\end{aligned}$$

5. Percobaan kelima telah didapati nilai eror dari perbandingan nilai real PV dengan nilai server, maka untuk mencari nilai eror dapat ditentukan dengan:

$$\begin{aligned}\text{Nilai eror} &= \frac{23- 23}{23} \\ &= 0 \text{ V}\end{aligned}$$

6. Percobaan keenam telah didapati nilai eror dari perbandingan nilai real PV dengan nilai server, maka untuk mencari nilai eror dapat ditentukan dengan:

$$\begin{aligned}\text{Nilai eror} &= \frac{23- 23}{23} \\ &= 0 \text{ V}\end{aligned}$$

7. Percobaan ketujuh telah didapati nilai eror dari perbandingan nilai real PV dengan nilai server, maka untuk mencari nilai eror dapat ditentukan dengan:

$$\begin{aligned}\text{Nilai eror} &= \frac{23- 23}{23} \\ &= 0 \text{ V}\end{aligned}$$

8. Percobaan kedelapan telah didapati nilai eror dari perbandingan nilai real PV dengan nilai server, maka untuk mencari nilai eror dapat ditentukan dengan:

$$\begin{aligned}\text{Nilai eror} &= \frac{23- 23}{23} \\ &= 0 \text{ V}\end{aligned}$$

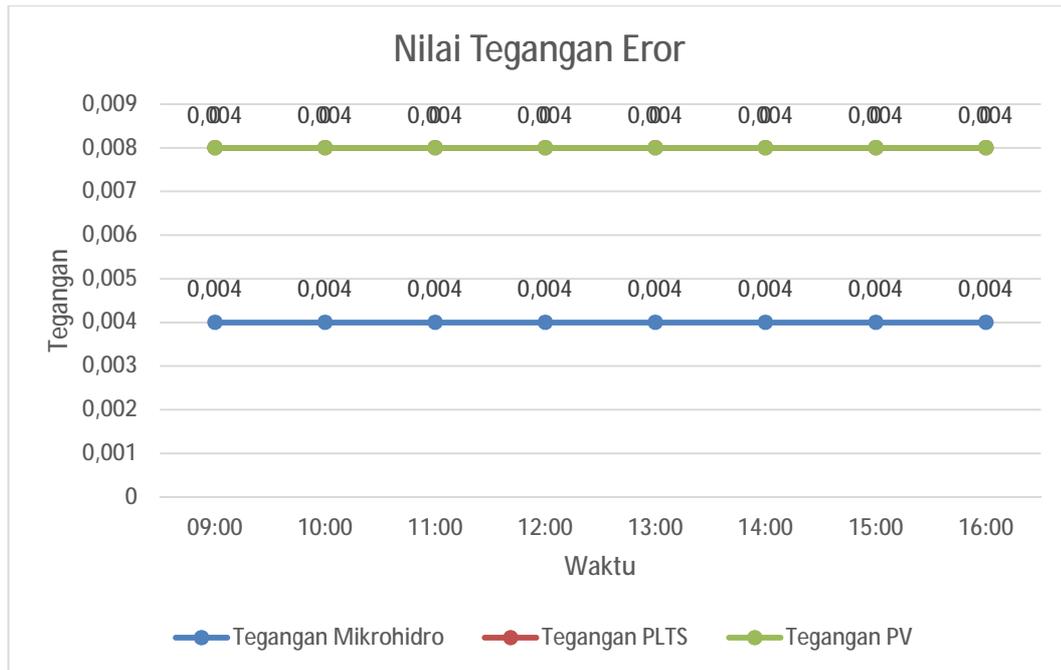
**Tabel 4. 3 Tabel data nilai eror**

waktu	Tegangan Mikrohidro	Tegangan PLTS	Tegangan PV
09.00	0,004	0,004	0
10.00	0,004	0,004	0
11.00	0,004	0,004	0
12.00	0,004	0,004	0
13.00	0,004	0,004	0
14.00	0,004	0,004	0
15.00	0,004	0,004	0
16.00	0,004	0,004	0

Kesimpulan dari tabel diatas perhitungan nilai eror pada tegangan mikrohidro, terdapat nilai tegangan eror 0,004 volt dari pukul 09.00 sampai 16.00 bahwa tegangan eror tetap sama.

Dapat disimpulkan jugak bahwa nilai eror dari tegangan PLTS dari jam 09.00 sampai 16.00 terdapat nilai tegangan eror 0,004 volt.

Dapat disimpulkan juga bahwasannya nilai eror yang terdapat pada PV yaitu bernilai 0, dikarenakan nilai tegangan real dan server sama.



Gambar 4. 13 Grafik tegangan error

Gambar diatas merupakan grafik yang memperlihatkan tegangan error yang dihasilkan dari perbandingan antara nilai server dengan nilai real.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Setelah dilakukan proses perancangan, pembuatan dan pengujian alat monitoring dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Pada hasil pembahasan yang telah diuraikan bahwa telah dilakukan pengujian dari beberapa sensor yang telah dilakukan sehingga dapat diketahui nilai eror yang terjadi, nilai eror didapati dari perbandingan nilai server dengan nilai real maka didapati nilai eror, nilai rata-rata eror pada tegangan mikrohidro sebesar 0,004, sedangkan untuk tegangan plts memiliki rata-rata eror sebesar 0,004 juga, nilai eror ini terjadi dari selisih antara nilai server dengan nilai real yang diamati dengan sebenarnya.
2. Berdasarkan cara pengaplikasian IoT sebagai pemantau pembangkit Hybrid dengan perancangan sistem monitoring kinerja panel surya berdasarkan Iot menggunakan arduino uno pada plts dan mikrohidro desa bintang asih berjalan dengan baik, dengan alat pembacaan sensor tegangan plts sebesar 219 VAC, sensor tegangan mikrohidro sebesar 213 VAC, dan sensor tegangan photovoltaic sebesar 23 VDC untuk sensor tegangan pembacaan selama 1 hari dan juga untuk pembacaan sensor suhu sebesar 28,3 celcius dan sensor frekuensi yang memiliki nilai rata-rata sebesar 50 Hz.

#### **5.2 Saran**

Dalam membuat penerapan sistem Iot sebagai pemantau pembangkit hybrid (Mikrohidro dan PLTS ) masih memiliki beberapa kekurangan dan harus dikembangkan lebih baik lagi, terdapat beberapa saran untuk meningkatkan kualitas dari sistem ini yaitu :

1. Mudah-mudahan modul ini bisa dikembangkan dengan lebih baik lagi.
2. Mudah-mudahan jugak teknologi internet of things lebih banyak dikenal dikalangan masyarakat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Annisa, S., & Anisa, A. (2019). Kajian Konsep Arsitektur Hybrid Pada Bangunan Gedung Indonesia. *Jurnal Arsitektur PURWARUPA*, 3(2), 131–136.
- Ardan, M. N., & Mahendra, A. S. (2017). Metode Hybrid dalam Perancangan Terminal Kampung Melayu Jatinegara, Jakarta Timur. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 6(2), 167–170. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v6i2.26453>
- Astro, R. B., Doa, H., & Hendro, H. (2020). Fisika Kontekstual Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 6(1), 142. <https://doi.org/10.31764/orbita.v6i1.1858>
- Astro, R. B., Ngapa, Y. D., Toda, S. G., Nggong, A., Studi, P., Fisika, P., & Flores, U. (2020). Potensi Energi Air Sebagai Sumber Listrik Ramah. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 4(2), 125–133.
- Bachtiar, A., & Hayattul, W. (2018). Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin. *Teknik Elektro*, 7(1), 35–45.
- Desember, J., Sukamta, S., & Kusmantoro, A. (2013). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Jantur Tabalas Kalimantan Timur. *Jurnal Teknik Elektro Unnes*, 5(2), 58–63. <https://doi.org/10.15294/jte.v5i2.3555>
- Fatoni, A., & Rendra, D. B. (2014). Perancangan Prototype Sistem Kendali Lampu Menggunakan Handphone Android Berbasis Arduino. *Jurnal PROSISKO*, 1(September), 23–29.
- Hutajulu, A. G., RT Siregar, M., & Pambudi, M. P. (2020). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) on Grid Di Ecopark Ancol. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 22(1), 23. <https://doi.org/10.24912/tesla.v22i1.7333>
- Jatmiko, Asy'ari, H., & Purnama, M. (2011). Pemanfaatan Sel Surya Dan Lampu Led Untuk Perumahan. *Semantik*, 2011(Semantik).
- Jawab, P., Penyusun, T. I. M., Dan, T., Tenaga, D., Ramadhan, A. I., Diniardi, E., Mukti, S. H., Sianipar, R., Indrawan, A. W., Pranoto, S., Sultan, A. R., Ramadhan, R., Proposal, D., Insentif, P., Sistem, R., Nasional, I., Akan, Y., Tahun, D., Proses, T., ... Interna, P. J. (2016). Penerbit LP3M UMY Penerbit LP3M UMY. *Teknik*, 37 (2), 2016, 59-63, 11(2), 61–78.

<https://doi.org/10.14710/teknik.v37n2.9011>

- Jurnal, R. T. (2018). Model Data Logger Untuk Mengukur Arus, Tegangan, Dan Daya Pada Simulasi Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dan Surya Menggunakan Android. *Petir*, 10(1), 1–9. <https://doi.org/10.33322/petir.v10i1.30>
- Likadja, F., Sampeallo, A. S., & Amaral, C. R. D. N. R. (2019). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (Pltmh) Memanfaatkan Outlet Kondensor Pltu Ii Ntt Di Desa Bolok Kecamatan Kupang Barat, Kabupaten Kupang. *Jurnal Media Elektro*, VIII(2), 155–163. <https://doi.org/10.35508/jme.v0i0.1858>
- May, L. E. (2013). Sistem Current Limitter Dan Monitoring Arus Serta Tegangan Menggunakan Sms Untuk Proteksi Pada Penggunaan Beban Rumah Tangga. *Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya*, 53(9), 1689–1699.
- Ménard, A. (2017). How can we recognize the real power of the Internet of Things? *Advanced Robotics*, 1, 4–5.
- Nehrir, M. H., Wang, C., Strunz, K., Aki, H., Ramakumar, R., Bing, J., Miao, Z., & Salameh, Z. (2011). A review of hybrid renewable/alternative energy systems for electric power generation: Configurations, control, and applications. *IEEE Transactions on Sustainable Energy*, 2(4), 392–403. <https://doi.org/10.1109/TSTE.2011.2157540>
- Noviyanto, A., Notosudjono, D., & Bangun Fidririansyah, D. (2018). Perancangan Sistem Monitoring Prototipe Pembangkit Hybrid PLTS dengan PLTB Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Online Mahasiswa Teknik Elektro*, 1(1), 1–11.
- Nugroho, H., & Nugroho, D. (2014). Instrumentation Of Remote Monitoring To Measuring The Performance Hadhi Nugroho dan Dwiyoga Nugroho. *Jurnal Kelautan Nasional*, 9(1), 47.
- Priyono, M., Sulistyanto, T., Nugraha, D. A., Sari, N., Karima, N., & Asrori, W. (2015). 842-Article Text-1097-1-10-20160119. 1(1), 20–23.
- Putrama, I. M., & Sindu, I. G. P. (2017). Pelatihan Internet Of Things( IOT ) Untuk Pelajar. *Seminar Nasional Vokasi Dan Teknologi*, 105–111.

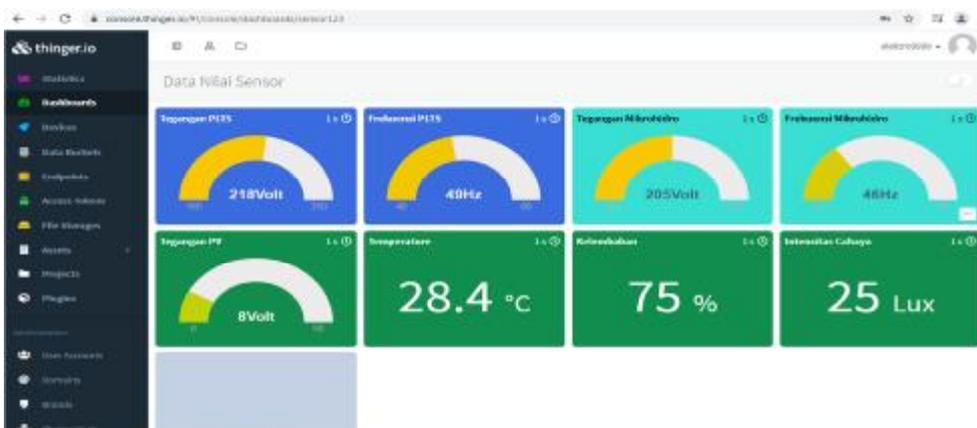
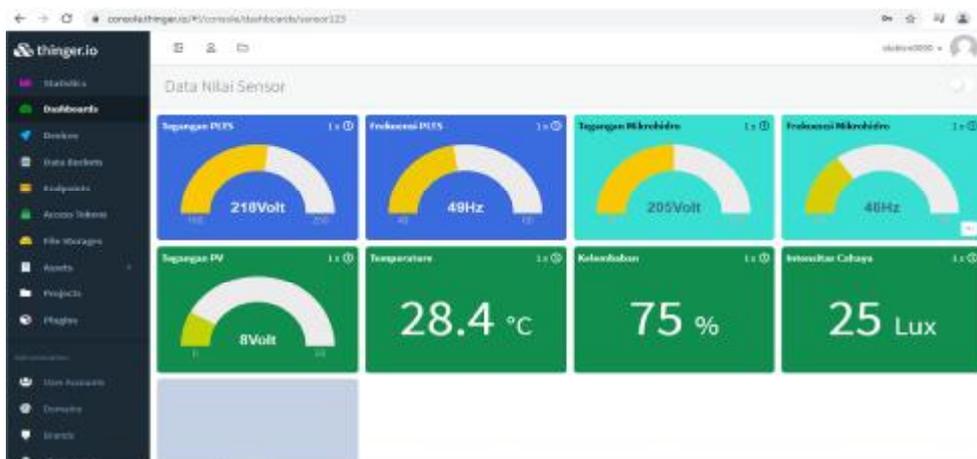
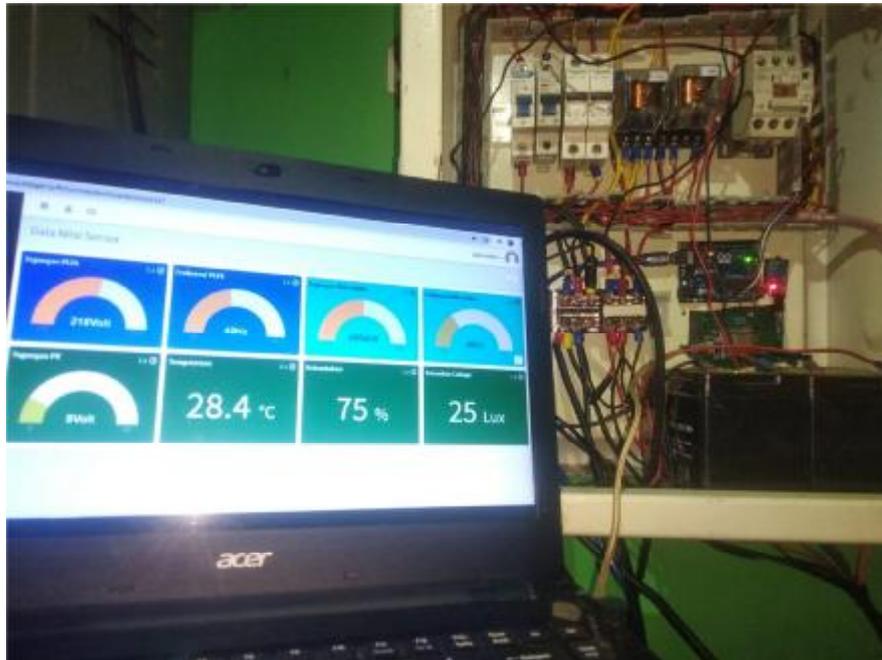
- R. Hafid Hardyanto. (2017). Konsep Internet Of Things Pada Pembelajaran Berbasis Web. *Jurnal Dinamika Informatika*, 6(1), 87–97.
- Rimbawati, Azis Hutasuhut1, A., & Chaniago, Y. (2018). Analysis of Hybrid Power Plant Technology Using Data Weather in North Sumatera. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4.7), 481. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.7.27364>.
- Setiawan, A., Mustika, I. W., & Adji, T. B. (2016). Perancangan Context-Aware Smart Home Dengan Menggunakan Internet of Things. *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Komunikasi 2016 (SENTIKA 2016)*, 2016(Sentika), 455–459. <https://fti.uajy.ac.id/sentika/publikasi/makalah/2016/56.pdf>
- Shull, H. (1977). Sistem Pengamanan Pintu RUMAH BERBASIS Internet Of Things (IoT) Dengan ESP8266. *Science*, 195(4279), 639.
- Srijaya, J., Bukit, N., & Palembang, B. (2016). *Perancangan pembangkit listrik tenaga mikro hidro di desa kayuni kabupaten fakfak provinsi papua barat*. 8, 1–12.
- Supranoto, T., & Pramana, R. (2019). *Prototype Pembangkit Listrik Hybrid Turbin*.
- Thangavel, D., Ma, X., Valera, A., Tan, H. X., & Tan, C. K. Y. (2014). Performance evaluation of MQTT and CoAP via a common middleware. *IEEE ISSNIP 2014 - 2014 IEEE 9th International Conference on Intelligent Sensors, Sensor Networks and Information Processing, Conference Proceedings, April*, 21–24. <https://doi.org/10.1109/ISSNIP.2014.6827678>
- Wibowo, S. A., Afandi, A. N., & Lestari, D. (2018). *Implementasi Internet Of Things untuk Monitoring dan Pengendali Sistem Hybrid*. 02(01), 73–78.
- Yanto, N. P., & Hadi, M. P. (2017). Kajian Potensi Sumberdaya Air untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Kali Suci, Dusun Jetis, Semanu, Gunungkidul. *Jurnal Bumi Indonesia*, 6(4). <https://www.neliti.com/id/publications/228852/kajian-potensi-sumberdaya-air-untuk-pembangkit-listrik-tenaga-mikrohidro-di-kali>
- Yuliant, A., Kowanda, A., & Salahuddin, N. S. (2015). Rancang Aplikasi Pemantau Suhu Dan Kelembapan Pada Inkubator Bayi Berbasis Internet. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*, 7–10.

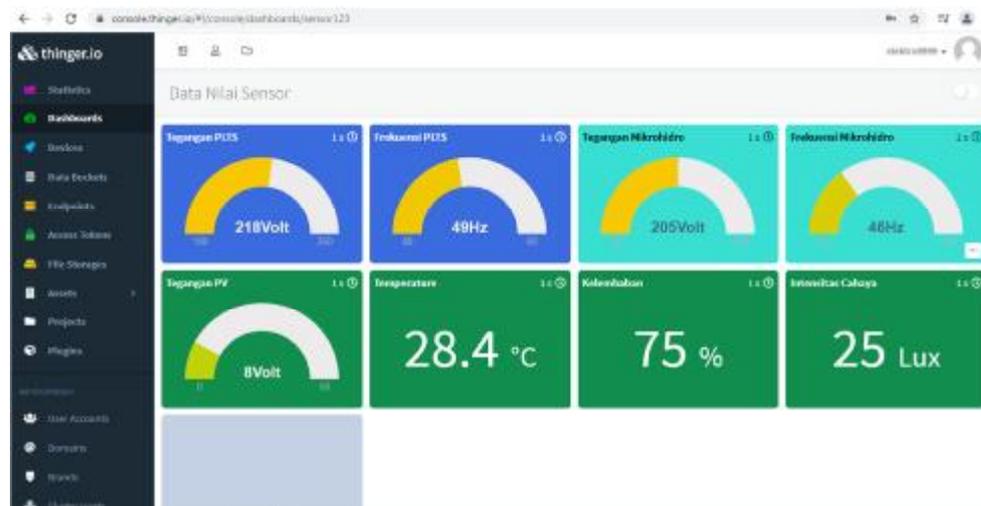
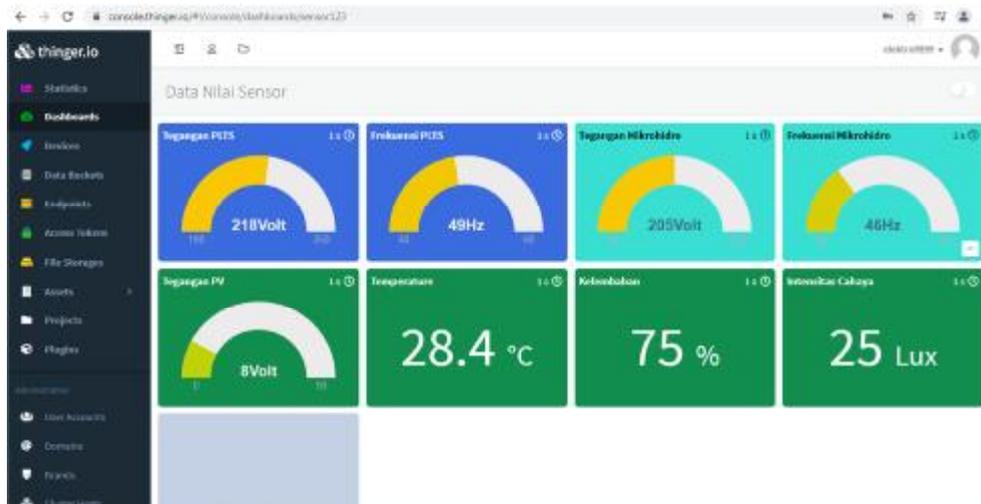
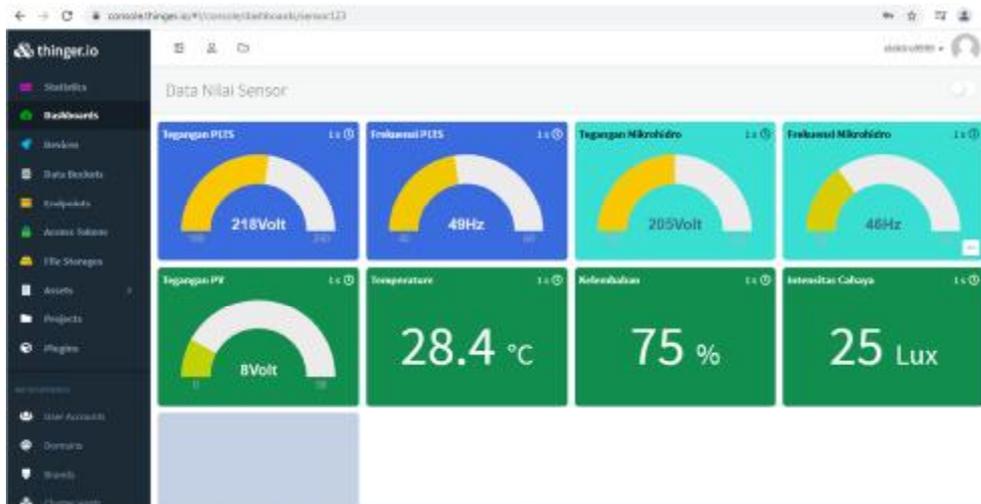
- Yulistiono, I., Utomo, T., Wibawa, U., Sc, M., Haryono, J. M. T., Blimbing, G. I., & Photovoltaic, S. (2013). Di Gardu Induk Blimbing-Malang. *Jurnal Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Brawijaya*, 1. <http://elektro.studentjournal.ub.ac.id/index.php/teub/article/view/145>
- Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., & Zorzi, M. (2014). Internet of things for smart cities. *IEEE Internet of Things Journal*, 1(1), 22–32. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2014.2306328>

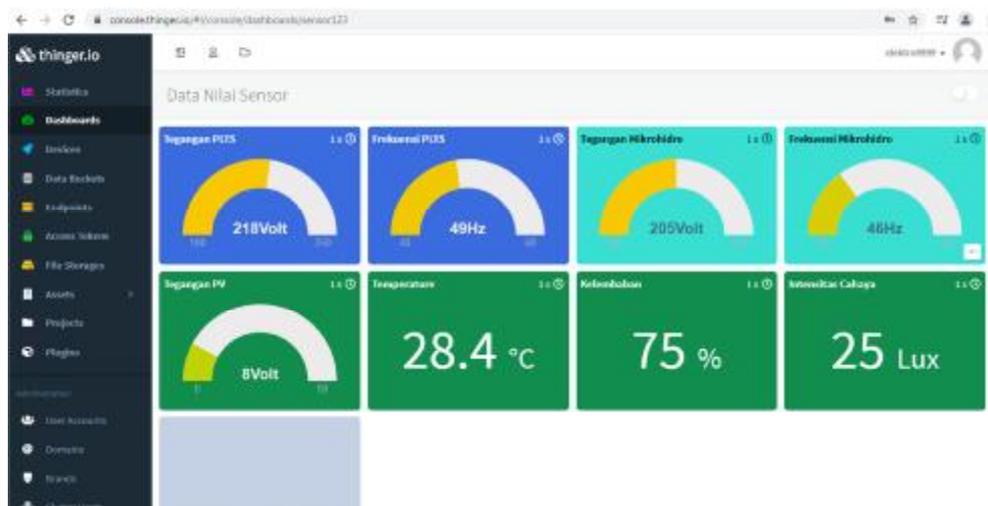
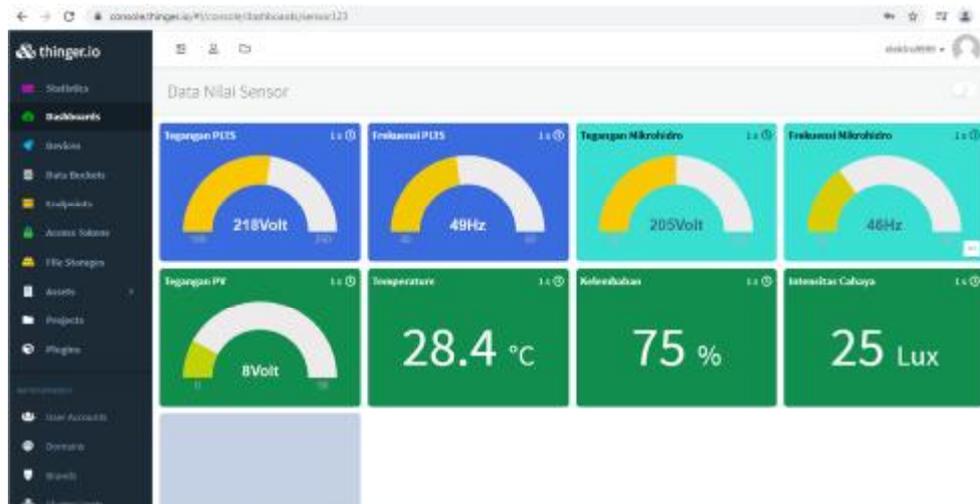
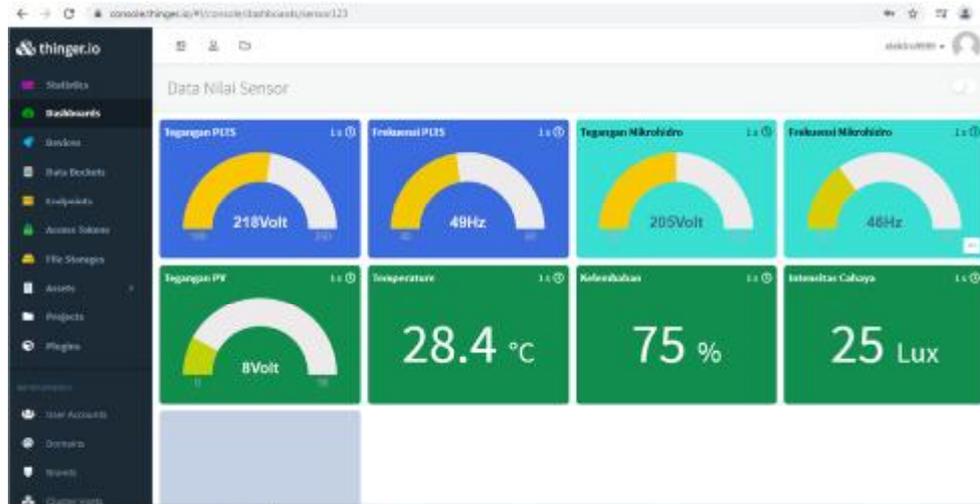
## Lampiran













UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
(UMSU)  
FAKULTAS TEKNIK – TEKNIK ELEKTRO

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

Nama : MUHAMMAD KHAIRI IMANDA  
NPM : 1707220005  
Fakultas : TEKNIK ELEKTRO  
Judul : PENERAPAN SISTEM IOT SEBAGAI PEMANTAU KINERJA  
PEMBANGKIT HYBRID (PLTMH DAN PLTS) MENGGUNAKAN  
THINGER I/O

NO	TANGGAL	CATATAN ASISTENSI	PARAF PEMBIMBING
1.	30/8/2021	Perbaiki Flowchart	my
2.	2/9/2021	Perbaiki BAB IV	my my
3.	9/9/2021	Perbaiki tabel	my my
4.	12/9/2021	Tambahan grafik	my my
5.	18/9/2021	Perbaiki kesimpulan	my my
6.	20/9/2021	Tambahan Halaman	my my
7.	27/9/2021	Perbaiki Halaman	my my
8.	29/9/2021	UCC Semkos 29/9/2021	my my

Mengetahui,  
Pembimbing

Rimbawati, S.T., M.T



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
(UMSU)  
FAKULTAS TEKNIK – TEKNIK ELEKTRO

**BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)**

Nama : MUHAMMAD KHAIRIL IMANDA  
NPM : 1707220005  
Fakultas : TEKNIK ELEKTRO  
Judul : PENERAPAN SISTEM IOT SEBAGAI PEMANTAU KINERJA  
PEMBANGKIT HYBRID (PLTMH DAN PLTS) MENGGUNAKAN  
THINGER I/O

NO	TANGGAL	CATATAN ASISTENSI	PARAF PEMBIMBING
1	10/10/2021	perbaiki kesimpulan	Rif.
2	11/10/2021	perbaiki halaman dan margin	Rif.
3	12/10/2021	Ace sidang sarjana	Rif.

Mengetahui

Rimbawati.S.T.,M.T

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : MUHAMMAD KHAIRIL IMANDA  
NPM : 1707220005  
TTL : Tanjung Selamat, 12 Agustus 1999  
Alamat : Jalan Tanjung Selamat Gg.Keluarga no 10 Dusun  
Ia kec. tunggal

### RIWAYAT PENDIDIKAN

TK BUSTANUL ATHFAL : Tahun 2003 - 2005  
SD SWASTA NUR ADIA : Tahun 2005 – 2011  
SMP SWASTA MUHAMMADIYAH -3 : Tahun 2011 – 2014  
SMA SWASTA RAKSANA MEDAN : Tahun 2014 – 2017  
Universitas Muhammadiyah : Tahun 2017 – 2021  
Sumatera Utara, Fakultas  
Teknik Elektro