

**SISTEM KONTROL DAN MONITORING PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA ANGIN UNTUK PENERANGAN
BAGAN BERBASIS *IOT***

PROYEK AKHIR

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



Disusun Oleh :

Annisa Ummihani

NIRM : 0031903

Rendy Afreza

NIRM : 0031953

POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI

BANGKA BELITUNG

TAHUN 2022

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL PROYEK AKHIR

**SISTEM KONTROL DAN MONITORING PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA ANGIN UNTUK PENERANGAN BAGAN BERBASIS *IOT***

Oleh:

Annisa Ummihani NIRM : 0031903

Rendy Afreza NIRM : 0031953

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

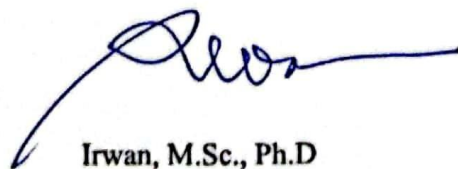
Menyetujui,

Pembimbing 1



Eko Sulistyono, M.T

Penguji 1



Irwan, M.Sc., Ph.D

Pembimbing 2



Indra Dwisaputra, M.T

Penguji 2



Riki Afriansyah, M.T

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa 1 : Annisa Ummihani NIRM : 0031903

Nama Mahasiswa 2 : Rendy Afreza NIRM : 0031953

Dengan Judul SISTEM KONTROL DAN MONITPRING PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN UNTUK PENERANGAN BAGAN BERBASIS *IOT*

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata di kemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku

Sunggailiat 8 Agustus 2022

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

1. Annisa Ummihani



2. Rendy Afreza



Abstrak

Penerangan bagan saat ini masih menggunakan genset sebagai sumber energi untuk menghidupkan lampu pada malam hari, sehingga diperlukan biaya operasional yang relatif tinggi untuk membeli bahan bakar minyak, selain itu penggunaan bahan bakar minyak memberi dampak buruk bagi lingkungan karena dapat menyebabkan kerusakan lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan sumber energi alternatif untuk mengatasi persoalan tersebut. Dalam penelitian ini diusulkan pembuatan PLTB dengan daya 300 Watt dengan sistem IoT yang ditempatkan di bagan bertujuan untuk menekan biaya operasional yang dikeluarkan oleh nelayan untuk membeli bahan bakar genset dengan memanfaatkan angin yang tersedia di alam. Metodologi pembuatan PLTB ini menggunakan generator DC 300 Watt dengan turbin angin 3 blade tipe HAWT yang dikontrol menggunakan sensor INA219, sensor BH1750, dan sensor anemometer dengan sistem monitoring memanfaatkan teknologi berbasis IoT menggunakan website. Pengujian akan dilakukan dengan menguji pengaruh kecepatan angin terhadap tegangan dan arus keluaran generator, lama pengisian baterai, lama pemakaian baterai terhadap beban lampu, serta sistem monitoring menggunakan website. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh data dengan kecepatan angin minimal yakni pada kecepatan 2 m/s daya yang dihasilkan oleh pembangkit sebesar 0,378 Watt dan daya maksimal dicapai ketika kecepatan angin sebesar 9 m/s. Pada PLTB ini diperlukan waktu selama 12 jam untuk mengisi baterai dengan kapasitas 7,2 AH hingga penuh dengan arus pengisian sebesar 0,66 A, sedangkan untuk pengosongan baterai menggunakan beban lampu DC 10 Watt memerlukan waktu selama 6 jam. Sistem monitoring pada pembangkit menggunakan website berfungsi dengan baik sehingga data yang diperoleh dari pembangkit dapat dimonitoring secara realtime dan tersimpan di database.

Kata Kunci: Pembangkit Listrik Tenaga Angin, IoT, Website, Database

Abstract

Explanation of the chart currently still uses generators as an energy source to turn on the lights at night, so it requires relatively high operational costs to buy fuel oil, besides the use of fuel oil has a negative impact on the environment because it can cause environmental damage. Therefore, alternative energy sources are needed to overcome these problems. In this study, it is proposed to make a PLTB with a power of 300 Watt with an IoT system placed in the chart aiming to reduce the operational costs incurred by fishermen to buy generator fuel by utilizing the wind available in nature. The methodology for making this PLTB uses a 300 Watt DC generator with a 3 blade HAWT wind turbine which is controlled using an INA219 sensor, a BH1750, and an anemometer sensor with a monitoring system utilizing IoT-based technology using a website. The test will be carried out by testing the effect of wind speed on the generator output voltage and current, battery charging time, battery usage time on lamp load, and monitoring system using the website. Based on the test results obtained data with a minimum wind speed of 2 m/s the power generated by the generator is 0.378 Watt and the maximum power is achieved when the wind speed is 9 m/s. In this PLTB it takes 12 hours to charge the battery with a capacity of 7.2 AH to full with a charging current of 0.66 A, while for discharging the battery using a 10 Watt DC lamp load it takes 6 hours. The monitoring system at the generator using the website functions properly so that the data obtained from the generator can be monitored in real time and stored in the database.

Keywords : Wind Power, IoT, Website, Database

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Alhamdulillah rabbilalamin, puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan inayah-Nyalah penulis dapat menyelesaikan Laporan Proyek Akhir ini untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan pada Program Studi D-III Teknik Elektronika di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Selawat beriring salam senantiasa tercurahkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita dari alam kegelapan menuju ke alam yang terang benderang.

Penulis menyadari bahwa Laporan Proyek Akhir ini masih terdapat banyak kesalahan dan jauh dari kata sempurna, baik dari segi penyusunan maupun penulisannya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca yang bersifat membangun ke arah perbaikan dan penyempurnaan laporan ini.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak yang telah membantu pada saat berlangsungnya Proses Pengerjaan Proyek Ahir dan dalam proses penyusunan laporan ini, di antaranya:

1. Tuhan yang Maha Esa atas segala nikmat dan karunia yang telah diberikan kepada penulis
2. Kedua orang tua dan keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan dan bantuan positif baik secara moril maupun materill
3. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D., selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
4. Bapak Eko Sulisty, M.T., selaku pembimbing I yang telah meluangkan waktu dan pikiran dalam proses pengerjaan proyek akhir dan penyusunan laporan proyek akhir ini
5. Bapak Indra Dwisaputra, M.T., selaku pembimbing II yang telah memberikan masukan dan saran dalam proses pengerjaan proyek akhir dan penyusunan laporan proyek akhir ini
6. Bapak M. Iqbal Nugraha, M.Eng., selaku Kepala Jurusan Teknik

Elektro dan Informatika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

7. Bapak Ocsirendi, M.T., selaku Ka. Prodi D-III Teknik Elektronika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
8. Seluruh staf pengajar di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
9. Rekan-rekan mahasiswa yang telah membantu penulis dalam dalam proses pengerjaan proyek akhir dan penyusunan laporan proyek akhir ini

Penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa membalas segala kebaikan yang telah dilakukan oleh semua pihak yang telah membantu penulis, semoga laporan yang penulis susun ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua terutama pihak yang membutuhkan

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Sungailiat, 8 Agustus 2022

Hormat kami,

Penulis

DAFTAR ISI

PROYEK AKHIR	1
LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	ii
Abstrak	iii
<i>Abstract</i>	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
BAB II	4
DASAR TEORI	4
2.1 Penelitian Terkait	4
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Angin	6
2.2.1 Energi Angin	7
2.2.2 Turbin Angin	8
2.2.3 Generator	9
2.3 Baterai (Accu)	11

2.4 <i>Charge Controller</i>	12
2.5 Sensor	12
2.5.1 Sensor Anemometer.....	13
2.5.2 Sensor BH1750.....	13
2.5.3 Sensor INA219	14
2.6 Arduino.....	15
2.6.1 Arduino Mega 2560.....	15
2.7 Monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Angin Berbasis <i>IOT</i>	16
2.7.1 <i>IOT (Internet Of Thing)</i>	16
2.8 NodeMCU ESP8266	17
2.9 <i>Buck Boost Converter</i>	18
2.10 Website.....	19
BAB III.....	20
METODE PELAKSANAAN.....	20
3.1 Pengumpulan dan Pengolahan Data	22
3.2 Perancangan <i>Hardware</i> dan <i>Software</i>	22
3.2.1 Perancangan <i>Hardware</i>	23
3.2.2 Perancangan <i>Software</i>	24
3.3 Pembuatan <i>Hardware</i> dan <i>Software</i>	24
3.3.1 Pembuatan <i>Hardware</i>	24
3.3.2 Pembuatan <i>Software</i>	24
3.4 Pengujian <i>Hardware</i> dan <i>Software</i>	25
3.4.1 Pengujian <i>Hardware</i>	25
3.4.2 Pengujian <i>Software</i>	25
3.4.3 Pengujian Keseluruhan Sistem	26

3.5 Analisis Data	26
3.6 Pembuatan Makalah Proyek Akhir.....	26
BAB IV	27
PEMBAHASAN	27
4.1 Deskripsi Alat.....	27
4.2 Perancangan dan Pembuatan <i>Hardware</i> Pembangkit Listrik Tenaga Angin Berbasis <i>IOT</i>	27
4.2.1 Perancangan <i>Hardware</i> Secara Mekanik.....	28
4.2.2 Pembuatan <i>Hardware</i> Secara Mekanik	29
4.2.3 Perancangan dan Pembuatan <i>Hardware</i> Elektrik	30
4.3 Pengujian <i>Hardware</i> Elektrik.....	31
4.3.1 Pengujian <i>Buck Boost Converter</i>	33
4.3.2 Pengujian Solar <i>Charger Controller</i> dengan Tegangan Input 2,5 dan 3 Volt	35
4.3.3 Pengukuran Tegangan, Arus, RPM, dan Kecepatan Angin.....	36
4.4 Pengujian Pengosongan Baterai	40
4.3.7 Pengujian Pengiriman dan Penampilan Data Melalui <i>Web</i>	41
4.5 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan	42
BAB V.....	45
PENUTUP	45
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN 1	50
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	51

LAMPIRAN 2	53
Kode Program Sistem pada Arduino Mega 2560	54
Kode Program Node MCU.....	62

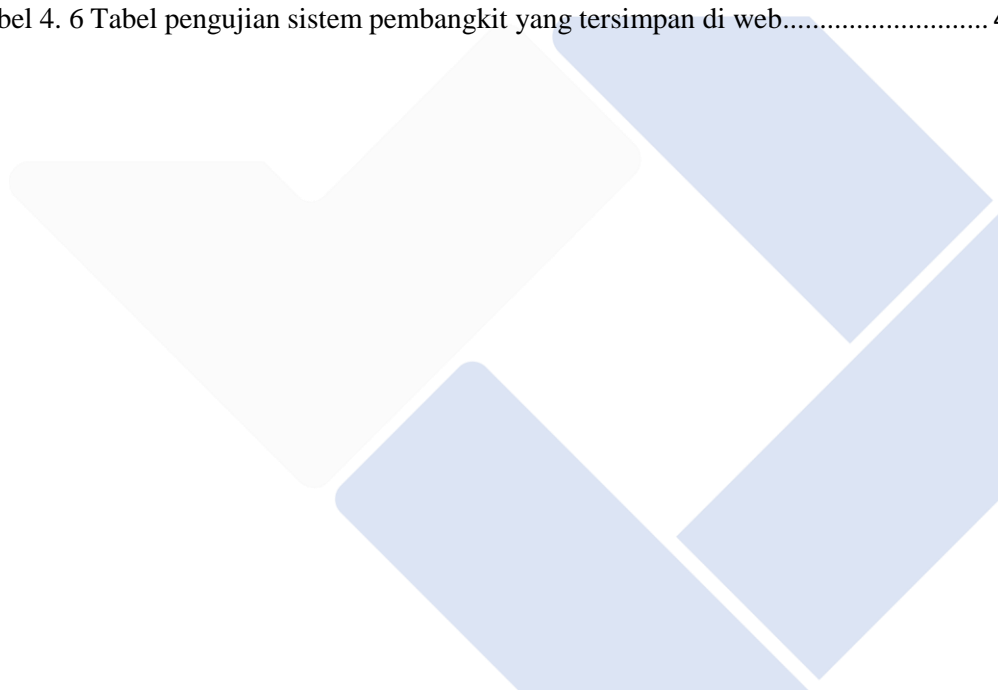
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik DC Tenaga Angin Berbasis Arduino [2]	4
Gambar 2. 2 Sistem Off- Grid Pembangkit Listrik Tenaga Angin berbasis IoT (Internet of Things) [3].....	5
Gambar 2. 3 Sistem Monitoring dan Pengukuran Pembangkit Listrik Surya dan Angin Berbasis Internet Of Things (IoT) [4]	6
Gambar 2. 4 Energi angin	8
Gambar 2. 5 Generator	10
Gambar 2. 6 Solar charge controller	12
Gambar 2. 7 Sensor anemometer	13
Gambar 2. 8 Sensor BH1750	14
Gambar 2. 9 Sensor INA219.....	15
Gambar 2. 10 Arduino uno mega 2560.....	16
Gambar 2. 11 Skema internet of things (iot).....	17
Gambar 2. 12 Node MCU ESP8266	18
Gambar 2. 13 DC-DC buck boost converter.....	18
Gambar 2. 14 Tampilan Website	19
Gambar 3. 1 Flowchart tahap pembuatan proyek akhir	21
Gambar 3. 2 Rancangan hardware elektrik sistem kontrol dan monitoring pembangkit listrik tenaga angin untuk penerangan bagan berbasis IoT	23
Gambar 4. 1 Desain pembangkit listrik tenaga angin untuk penerangan bagan berbasis IoT secara keseluruhan	28
Gambar 4. 2 Gambar tampak depan box panel.....	28

Gambar 4. 3 Gambar tampak atas box komponen.....	29
Gambar 4. 4 Peletakan mikrokontroler dan sensor sensor.....	29
Gambar 4. 5 Hardware Elektrik sistem kontrol pembangkit listrik tenaga angin.	30
Gambar 4. 6 Skema pengkabelan sistem kontrol pembangkit listrik tenaga angin untuk penerangan bagan berbasis IoT.....	30
Gambar 4. 7 Blok pengujian pengosongan baterai.....	31
Gambar 4. 8 pengujian sensor INA219.....	31
Gambar 4. 9 Blok pengujian buck boost converter.....	33
Gambar 4. 10 Gambar hasil pengujian buck boost converter.....	34
Gambar 4. 11 Pengujian buck boost dengan tegangan input 2,5 Volt.....	34
Gambar 4. 12 Pengujian buck boost dengan tegangan input 3 Volt.....	34
Gambar 4. 13 Blok pengujian solar charger controller.....	35
Gambar 4. 14 Pengujian solar charger dengan tegangan input 2,5volt dan 3 volt	35
Gambar 4. 15 Rangkaian pengukuran tegangan keluaran generator.....	36
Gambar 4. 16 Rangkaian pengukuran arus keluaran generator.....	37
Gambar 4. 17 Rangkaian pengukuran RPM angin dan kecepatan angin menggunakan sensor anemometer.....	37
Gambar 4. 18 Hasil pengukuran tegangan terhadap RPM.....	38
Gambar 4. 19 Hasil pengukuran arus terhadap RPM.....	39
Gambar 4. 20 Hasil pengukuran daya terhadap RPM.....	39
Gambar 4. 21 Gambar blok pengujian pengosongan baterai.....	40
Gambar 4. 22 Tampilan website.....	41
Gambar 4. 23 Gambar tampilan website.....	41
Gambar 4. 24 Monitoring data melalui website.....	44
Gambar 4. 25 Monitoring data melalui website.....	44
Gambar 4. 26 Pembangkit listrik tenaga angin secara keseluruhan.....	44

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Hasil pengukuran sensor INA219	32
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Tegangan Keluaran Buck Boost Converter XL6009	33
Tabel 4. 3 Tabel hasil pengujian solar charger dengan tegangan input 2,5 Volt dan 3 Volt	36
Tabel 4. 4 Hasil pengukuran tanggal 2 Juli 2022	37
Tabel 4. 5 Pengujian pengosongan baterai.....	40
Tabel 4. 6 Tabel pengujian sistem pembangkit yang tersimpan di web.....	42



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penerangan bagan saat ini masih menggunakan genset sebagai sumber energi untuk menghidupkan lampu pada malam hari, sehingga diperlukan biaya operasional yang relatif tinggi untuk membeli bahan bakar minyak, selain itu penggunaan bahan bakar minyak memberi dampak yang buruk bagi lingkungan sehingga dapat menyebabkan kerusakan lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan sumber energi alternatif untuk mengatasi persoalan tersebut. Dalam penelitian ini diusulkan pembuatan PLTB dengan daya 300 Watt dengan sistem *IoT* yang ditempatkan di bagan dengan tujuan untuk menekan biaya operasional yang dikeluarkan oleh para nelayan untuk membeli bahan bakar genset dengan memanfaatkan angin yang tersedia secara terus-menerus di alam.

Pemanfaatan kincir angin dapat dilakukan dengan cara membuat pembangkit listrik tenaga angin yang dapat dikontrol dan di-*monitoring* melalui *smartphone* dengan memanfaatkan teknologi *IoT* yang sudah berkembang pesat saat ini. Hasil dari penelitian ini dapat dipergunakan untuk penerangan bagan dalam membantu para nelayan yang biasanya menggunakan genset untuk menyuplai energi listrik agar dapat menghidupkan lampu di bagan dengan memanfaatkan energi angin yang tersedia di alam, yang mana pengontrolan dan *monitoring*nya dapat dilakukan dari jarak jauh, selain itu para nelayan juga tidak perlu lagi mengeluarkan biaya bahan bakar yang biasanya dikeluarkan ketika menggunakan genset.

Penelitian yang serupa dengan penelitian ini sudah dilakukan pada penelitian sebelumnya oleh [2] penelitiannya membuat pembangkit listrik yang serupa dengan berbasis Arduino yang mana alat yang dibuat pada penelitian tersebut dapat memonitor kecepatan dan arah angin, serta tegangan baterai dengan menggunakan IOT. Adapun [3] juga membuat sebuah teknologi IoT untuk dapat memantau dan mengontrol listrik yang keluar dari pembangkit yang disimpan di

baterai serta juga sistem *off grid* antara pembangkit dengan PLN kapanpun dan dimanapun dengan menggunakan internet.

Meninjau dari beberapa penelitian sebelumnya tersebut, alat yang dibuat hanya mampu *me-monitoring* tegangan pada baterai, putaran rpm pada generator, dan kecepatan angin. Untuk itu, kami melakukan pengembangan dengan menambahkan sensor BH1750 yang digunakan untuk mengetahui kondisi di bagan apakah dalam kondisi siang hari atau malam hari dengan melihat nilai lux yang ditampilkan saat melakukan proses monitoring melalui *website*. Alat inidiharapkan mampu mengatasi permasalahan penerangan para nelayan di bagan pada malam hari dan dapat membantu meminimalkan pengeluaran nelayan yang biasanya digunakan untuk membeli bahan bakar untuk menghidupkan genset.

1.2 Rumusan Masalah

Di bawah ini merupakan beberapa permasalahan yang dibahas:

1. Bagaimana cara mengontrol pergerakan kincir Pembangkit Listrik Tenaga Angin agar menghasilkan gerakan kincir yang optimal?
2. Bagaimana cara merancang sistem *monitoring* kapasitas baterai, tegangan dan arus keluaran generator, dan kecepatan angin dengan memanfaatkan teknologi berbasis *IoT*?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini bisa dijabarkan sebagai berikut:

1. Menerapkan pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Angin di lingkungan nelayan untuk penerangan bagan berupa alat pengontrol dan *monitoring* pembangkit listrik tenaga angin untuk penerangan bagan berbasis *IoT*
2. *Me-monitoring* kapasitas baterai, tegangan dan arus keluaran generator, kecepatan angin menggunakan arduino mega sebagai kontroler, dan node MCU sebagai modul untuk mengirimkan data melalui jaringan internet yang nantinya data-data tersebut dapat *dimonitoring* secara *real time* menggunakan *smartphone*

1.4 Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan didapat dari pembuatan sistem dan alat pada proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Meminimalisir biaya bahan bakar untuk genset yang dikeluarkan nelayan untuk penerangan bagan di malam hari
2. Memberikan kemudahan bagi para nelayan untuk melakukan pengontrolan dan monitoring jarak jauh terhadap Pembangkit Listrik Tenaga Angin dengan menggunakan *smartphone*.



BAB II DASAR TEORI

2.1 Penelitian Terkait

Berikut ini merupakan beberapa penelitian serupa yang sebelumnya sudah pernah dilakukan dan berkaitan dengan proyek akhir ini

1. Penelitian yang dilakukan oleh [2] dengan judul Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik DC Tenaga Angin Berbasis Arduino. Pembangkit Listrik Tenaga Angin yang dibuat oleh peneliti menggunakan generator DC dengan keluaran yang dihasilkan oleh pembangkit yaitu listrik DC.



Gambar 2. 1 Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik DC Tenaga Angin Berbasis Arduino [2]

Pada pembangkit ini peneliti memanfaatkan teknologi berbasis *IoT* untuk memonitoring tegangan dan arus keluaran generator, tegangan dan arus pada saat pengisian baterai, kecepatan angin, dan arah angin sehingga data-data tersebut dapat dipantau melalui *website*. Tegangan pengisian baterai pada pembangkit dijaga konstan pada tegangan 15 Volt dengan menggunakan *buck boost converter* menyesuaikan dengan spesifikasi baterai yang digunakan yaitu tegangan pengisiannya berada pada kisaran 14,4 sampai dengan 15 Volt. Dengan menggunakan *buck boost converter* ketika tegangan keluaran generator dapat dikuatkan apabila tegangan *input* minimal *buck boost converter* sudah terpenuhi yakni pada tegangan 3,8 Volt [2].

2. Penelitian yang dilakukan oleh [3] dengan judul Sistem Off- Grid Pembangkit Listrik Tenaga Angin berbasis *IoT (Internet of Things)* yang melakukan penelitian dengan membuat sebuah teknologi IoT untuk dapat memantau dan mengontrol listrik yang keluar dari pembangkit yang disimpan di baterai serta juga sistem *off grid* antara pembangkit dengan PLN kapanpun dan dimanapun dengan menggunakan internet.



Gambar 2. 2 Sistem *Off- Grid* Pembangkit Listrik Tenaga Angin berbasis *IoT (Internet of Things)* [3]

Pada Sistem Sistem *Off-Grid* Pembangkit Listrik Tenaga Angin ini memanfaatkan teknologi berbasis *IoT (Internet of Things)* yang mana tegangan yang tersimpan pada baterai dapat di-*monitoring* secara *real time*. Pada saat baterai pada pembangkit dalam keadaan yang memadai untuk menyuplai beban maka sistem kontrol *Off- grid* berbasis *IoT* akan memutus relay PLN secara otomatis dan mengaktifkan relay pada pembangkit. Namun ketika baterai pada pembangkit dalam kondisi tidak memadai untuk menyuplai beban maka sistem kontrol *Off- grid* berbasis *IoT* akan memutus relay Pembangkit secara otomatis dan mengaktifkan relay PLN [3].

3. Penelitian yang dilakukan oleh [4] dengan membuat Sistem Monitoring dan Pengukuran Pembangkit Listrik Surya dan Angin Berbasis *Internet Of Things (IoT)*, pada penelitian ini peneliti menggunakan teknologi berbasis *IoT* untuk melakukan proses monitoring pada pembangkit, yang mana tegangan, arus, dan daya yang diterima oleh turbin angin serta panel surya dapat dimonitoring secara *real time* dengan menggunakan aplikasi *blynk*. Pembangkit ini menggunakan

sensor tegangan DC dan sensor arus ACS712 yang digunakan untuk mendeteksi tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan oleh pembangkit [4].



Gambar 2. 3 Sistem Monitoring dan Pengukuran Pembangkit Listrik Surya dan Angin Berbasis *Internet Of Things (IoT)* [4]

2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Angin

Pembangkit listrik tenaga angin (selanjutnya disebut PLTB) ialah suatu alat yang digunakan untuk menghasilkan listrik dengan menjadikan hembusan atau tenaga angin sebagai penggerak kincir untuk dapat berputar. Putaran ini akan menghasilkan tenaga untuk menggerakkan generator yang kemudian mengubah putaran menjadi tenaga listrik. Untuk memaksimalkan potensi angin yang tersedia, pemilihan jenis kincir perlu diperhatikan sebelum didirikannya PLTB [1]. Pemanfaatan PLTB dapat pula dimaksimalkan dengan memanfaatkan teknologi IoT menggunakan *smartphone* di dalam memonitoring dan mengontrol PLTB tersebut.

PLTB berbasis *IoT* ini dapat digunakan untuk penerangan bagan dalam membantu para nelayan yang biasanya menggunakan genset untuk menyuplai energi listrik agar dapat menghidupkan lampu di bagan dengan memanfaatkan energi angin yang tersedia di alam, yang mana pengontrolan dan *monitoring*nya dapat dilakukan dari jarak jauh, selain itu para nelayan juga tidak perlu lagi mengeluarkan biaya bahan bakar yang biasanya dikeluarkan ketika menggunakan genset. Alat ini diharapkan mampu mengatasi permasalahan penerangan para nelayan di bagan pada malam hari dan dapat membantu meminimalkan pengeluaran

nelayan yang biasanya digunakan untuk membeli bahan bakar untuk menghidupkan genset.

2.2.1 Energi Angin

Prinsip utama menghasilkan listrik dari angin adalah menjadikan hembusan angin sebagai penggerak atau sederhananya menjadi energi kinetik poros. Adapun energi yang akan diterima baling-baling akan menyesuaikan dengan padatnya udara, kecepatan angin, serta luas permukaan [5]. Pemanfaatan energi angin dilakukan melalui 2 tahapan konversi yakni sebagai berikut:

1. Angin akan menggerakkan motor sehingga rotor akan berputar bersamaan dengan tiupan angin
2. Putaran pada rotor yang dihubungkan pada generator akan menghasilkan tenaga listrik

Energi angin merupakan suatu energi gerak yang diperuntukkan untuk memutar sudu-sudu kincir angin yang disebabkan oleh angin atau kecepatan angin [6] Energi gerak pada suatu massa kekuatan angin (m/s) yang bergerak dengan kecepatan (v) kemudian energi tersebut diolah sehingga menghasilkan energi poros yang bisa dijabarkan rumusnya sebagai berikut:

$$E = \frac{1}{2} m v^2 \dots\dots\dots 2.1$$

Keterangan :

E = Energi Kinetik (*Joule*)

m = massa udara yang bergerak (*kg*)

v = kecepatan angin (*m/s*)

Energi gerak atau energi kinetik inilah yang kemudian dipergunakan oleh kincir angin untuk menggerakkan rotor. Berikut ini merupakan rumus yang dipergunakan untuk menghitung daya efektif angin yang dapat dihasilkan sebuah kincir yaitu :

$$Ea = \frac{1}{2} \rho \cdot v^3 \cdot A \cdot cp \dots\dots\dots 2.2$$

Keterangan :

Ea = Daya efektif yang dihasilkan kincir angin (*watt*)

C_p = Efisiensi blade

A = Luas Penampang ($1\ m^2$)

V = Kecepatan Angin (m/s)

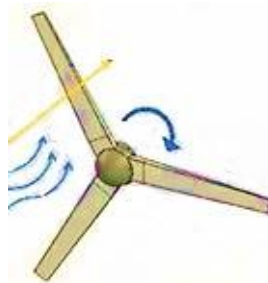
ρ = Kerapatan Udara (kg/m^3)

2.2.2 Turbin Angin

Turbin angin atau yang biasa dikenal dengan sebutan pembangkit listrik tenaga angin merupakan salah satu media yang diperuntukkan untuk mengubah energi gerak angin menjadi mekanik. Kincir angin memiliki suatu sistem untuk menggerakkan komponen-komponen lainnya sehingga menjadi suatu alat yang bernama kincir angin, komponen tersebut diantaranya seperti kincir angin menjadi kuncinya yang menjadi media putaran. Pembangkit listrik tenaga angin terdiri dari beberapa bagian seperti bilah rotor, generator dan tiang. pembangkit listrik tenaga angin memiliki 2 tipe secara umum yaitu kincir angin yang memiliki sumbu vertikal dan horizontal [2].

Energi angin merupakan setengah dari massa jenis atau kerapatan udara dikali luas permukaan penampang cakupan kincir dikali dengan pangkat tiga dari kecepatan angin. Untuk itu, meskipun kecepatan angin tidak memiliki perbedaan yang signifikan, energi yang dihasilkan dapat saja jauh berbeda. Untuk itu perhitungan energi angin dapat dirumuskan sebagai berikut

$$P_{angin} = \frac{1}{2}(\rho \cdot V^3_{Angin} \cdot A) \dots\dots\dots 2.3$$



Gambar 2. 4 Energi angin

[2]

Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTB) memiliki tingkat kemampuan/efisiensi untuk melakukan pengubahan suatu energi, sehingga hal ini

bertujuan untuk mendapatkan nilai dari suatu energi mekanik yang berasal dari pengkonversian kincir angin yang harus dilakukan dengan perhitungan dari nilai kegunaan kincir (C_p) tersebut. Energi gerak yang dihasilkan dari perputaran kincir berasal dari kecepatan putaran kincir (ω) dikali dengan torsi (T) atau dapat disebut sebagai besarnya gaya yang dihasilkan dari panjang lengan beban yang diberikannya [2] yang dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$P = \omega \cdot T \dots\dots\dots 2.4$$

Keterangan :

P = Daya

v = Kecepatan Angin

ρ = Densitas Udara

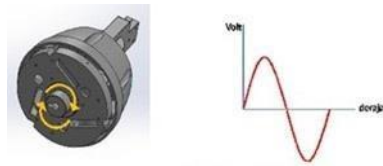
A = Luas Penampang Sapuan Bilah

ω = Kecepatan Sudut Bilah

T = Torsi Bilah

2.2.3 Generator

Generator merupakan komponen penting yang diperlukan kincir untuk dapat menghasilkan listrik. Generator memiliki 2 bagian komponen penyusun diantaranya, yaitu rotor dan stator. Stator merupakan bagian stasioner atau bagian statis yang meliputi rangka mesin, terminal box, bearing, sikat arang, dan belitan stator. Sementara itu, rotor merupakan bagian yang berputar dan terdiri atas belitan rotor, poros rotor, kipas rotor, dan komutator. Prinsip kerja generator mengikuti hukum Faraday, yaitu ketika penghantar digerakkan dalam suatu medan magnet, maka gaya gerak listrik induksi akan timbul dari kedua ujung penghantar. Jika kedua ujung tersebut dihubungkan dengan objek beban seperti lampu, maka arus listrik akan mengalir dan menimbulkan daya listrik [5] . Adapun generator DC merupakan generator untuk mengubah energi mekanik ke dalam bentuk listrik, adapun hasil dari generator ini yaitu tegangan output DC.



Gambar 2. 5 Generator

[2]

Output yang didapatkan dari hasil gerakan generator mendapatkan *output* berupa listrik AC dan juga DC hal ini bergantung dari jenis kincir angin yang digunakan [2]. Berdasarkan gambar 2.2 diperoleh persamaan daya sebagai berikut

$$P_{\text{angin}} = \frac{1}{2}(\rho \cdot v^3_{\text{angin}} \cdot A) \dots\dots\dots 2.5$$

$$P_{\text{angin}} \cdot C_p = P_{\text{mekanik}} \dots\dots\dots 2.6$$

$$P = \omega \cdot T \dots\dots\dots 2.7$$

$$P = V \cdot I \dots\dots\dots 2.8$$

Berdasarkan persamaan di atas dapat dilihat bahwa generator memiliki keluaran nilai yang sama dari energi mekanik dan energi listrik, dari data yang telah didapatkan maka dapat ditulis pada nilai persamaan berikut.

$$V \cdot I = \omega \cdot T \dots\dots\dots 2.9$$

$$V = \frac{\omega \cdot T}{I} \dots\dots\dots 2.10$$

Keterangan :

P = Daya

v = Kecepatan Angin

C_p = Efisiensi Kincir

ρ = Densitas Udara

A = Luas Penampang Sapuan Bilah

ω = Kecepatan Sudut Bilah

T = Torsi Bilah

I = Arus Listrik

V = Tegangan Listrik

Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh generator nilainya sebanding dengan nilai kecepatan sudut pada kincir. Adapun nilai dari kecepatan sudut ini

memiliki nilai yang berbanding lurus dengan kecepatan angin yang dihasilkan untuk melakukan putaran pada kincir angin. Untuk itu, dapat disimpulkan bahwa jika kecepatan angin tinggi maka kecepatan sudut kincir angin juga akan semakin tinggi sehingga tegangan keluaran generator yang dihasilkan akan semakin tinggi pula. [2].

2.3 Baterai (Accu)

Berdasarkan karakteristiknya baterai di spesifikasikan menjadi tegangan, kapasitas, dan kimia. Baterai baru ini juga dilengkapi dengan *cold crank amplifier* yang mampu menghasilkan arus tegangan tinggi di suhu yang rendah. Unsur kimia utama yang membentuk baterai adalah nikel, lithium dan timbel, yang masing-masing unsur tersebut mampu mengisi daya dengan masing-masing kecepatan daya yang berbeda. Setiap baterai memiliki tegangan yang berbeda dalam setiap rangkaian, namun untuk tegangan rangkaian yang terbuka (OCV) dari baterai yang terisi penuh oleh daya adalah 5,7% lebih kuat. Jumlah sel dan bahan kimia pada rangkaian seri yaitu OCV, sedangkan rangkaian tertutup atau CCV merupakan tegangan pada saat baterai beroperasi. ampere/jam (Ah) merupakan satuan kapasitas baterai yang merupakan pengosongan arus pada kapasitas tertentu. Agar pengisian baterai tetap dapat dilakukan, diperlukan tegangan baterai yang lebih besar dari tinggi tegangan awal [2].

Baterai yang digunakan pada proyek akhir ini memiliki tegangan sebesar 12V dan daya tampung sebesar 7.2 Ah. Penggunaan baterai dalam jangka waktu satu hari mampu menghasilkan keluaran daya sebanyak 7.2 Ah. Total daya apabila digunakan selama 24 jam maka beban yang ditanggung oleh baterai sebesar 300 mA. Dalam proses pengisian, baterai memerlukan tegangan yang tinggi melebihi tegangan baterai itu sendiri. dalam tugas akhir ini tegangan charging yang digunakan adalah 15 Volt dan tegangan konstan dengan modul sebesar XL6009 buck/boost converter sebagai regulator *charging*.

2.4 Charge Controller

Solar Charger Controller merupakan salah satu di antara beberapa komponen penyusun yang akan dilakukan pada proyek akhir ini. *Solar Charger Controller* adalah alat yang berguna dalam mengatur serta menyesuaikan tegangan yang dikeluarkan dan output yang akan masuk ke baterai dalam rangka menjaga baterai dari kerusakan akibat tegangan *charging* yang berlebihan [7]. *Solar Charger Controller* ini digunakan untuk melakukan pemutusan pada saat kondisi pengecasan baterai sudah penuh.



Gambar 2. 6 *Solar charge controller*

Charge Controller berfungsi sebagai alat pengubah energi listrik dari keluaran asosiasi generator untuk diatur agar dapat disimpan di dalam baterai. Keluaran tegangan yang dihasilkan oleh energi turbin angin yang sudah DC akan diatur dengan konverter *boost*. Ketika kecepatan angin lebih rendah, tegangan yang dihasilkan generator juga rendah. Hal ini diasumsikan seperti tegangan yang lebih rendah memerlukan pengisian baterai sehingga dibutuhkan pengaturan tegangan dengan step konverter ke tegangan beban. Sedangkan apabila daya terisi penuh, controller secara otomatis akan menghentikan proses, hal itu dilakukan untuk mencegah kerusakan yang terjadi pada baterai akibat pengisian yang berlebihan [2].

2.5 Sensor

Pada Sistem Kontrol dan *Monitoring* Pembangkit Listrik Tenaga Angin untuk Penerangan Bagan Berbasis *IoT* ini menggunakan 4 buah sensor, yakni sensor INA 219 yang dimanfaatkan untuk menghitung arus dan tegangan yang keluar dari generator dan dari *buck boost converter* untuk memastikan bahwa tegangan yang masuk saat proses pengisian berada pada kisaran 15 Volt, sensor

BH1750 sebagai pendeteksi cahaya atau sebagai alat pengukur besaran konversi cahaya, dan sensor anemometer untuk rpm serta mengukur kecepatan angin.

2.5.1 Sensor Anemometer

Sensor Anemometer adalah sebuah alat ukur yang umumnya sering digunakan oleh BMKG, untuk mengukur kecepatan. Kata anemometer ini sendiri berasal dari Bahasa Yunani yaitu *anemos* yang memiliki arti angin. Sensor anemometer yang digunakan pada proyek akhir ini adalah sensor anemometer *support* Arduino sehingga pada saat dilakukan pengujian sensor untuk mengetahui rpm dan kecepatan angin di sekitar bagan data-data tersebut dapat ditampilkan pada serial monitor, dan pada saat alat proyek akhir ini sudah selesai data-data tersebut dapat ditampilkan pada LCD dan *internet*. Tegangan kerja dari sensor anemometer ini yaitu tegangan DC 3,3 atau 5 Volt. Output modul sensor anemometer ini menggunakan protokol I2C dengan komunikasi serial. Hal ini agar sensor tersebut hanya perlu terhubung ke pin SDA serta pin SCL di Arduino Mega 2560. Adapun sensor anemometer yang digunakan ditunjukkan pada gambar 2.4



Gambar 2. 7 Sensor anemometer

2.5.2 Sensor BH1750

Sensor BH1750 merupakan sensor yang digunakan dalam pembuatan tugas akhir. sensor tersebut digunakan sebagai fungsi tambahan yang berfungsi sebagai alat monitoring cahaya yang ada pada sekitar bagan, yang mana user dapat melihat apabila cahaya di sekitar bagan telah redup atau malam hari maka user dapat

menghidupkan lampu menggunakan jaringan internet, selain itu kondisi lampu dapat di-*monitoring* secara *real time*. sensor ini merupakan sensor IC yang berfungsi untuk mengukur jumlah cahaya pada satuan LUX. sensor tersebut menggunakan protokol I2C dalam proses komunikasi pada mikrokontroler [8]. Berdasarkan beberapa penelitian yang dijadikan sebagai acuan dalam pembuatan proyek akhir ini dapat dilihat bahwa belum ada penelitian yang menggunakan BH1750, oleh karena itu pada proyek akhir ini penulis menambahkan sensor BH1750 yang digunakan untuk mengetahui kondisi di sekitar pembangkit apakah dalam kondisi siang hari atau malam hari dengan melihat nilai lux yang ditampilkan saat melakukan proses monitoring melalui *website*.



Gambar 2. 8 Sensor BH1750

2.5.3 Sensor INA219

Sensor INA219 merupakan sensor yang digunakan pada proyek akhir ini untuk mengukur arus dan tegangan keluaran generator juga *buck boost converter*, serta daya yang tersisa pada baterai. Sensor ini memiliki kemampuan bisa mengukur sumber beban hingga 26 Vdc dan arus sebesar 3,2 A. Dengan menggunakan hukum Ohm dapat dilakukan penghitungan daya. Daya maksimal yang mampu diukur dengan menggunakan modul ini yaitu sebesar 75 Watt. Modul ini didesain secara original oleh Adafruit sehingga librarynya sudah tersedia untuk koding pemrogramannya [9]. Pada beberapa penelitian yang dijadikan acuan dalam pembuatan proyek akhir ini menggunakan sensor arus MAX471 dan ada yang menggunakan sensor tegangan DC dan sensor arus ACS712 untuk mengukur tegangan dan arus yang akan dimonitoring, pada proyek akhir ini penulis

menggunakan sensor INA219 yang mana sensor ini dapat membaca arus sekaligus tegangan yang akan dimonitoring.



Gambar 2. 9 Sensor INA219

2.6 Arduino

Arduino merupakan suatu perangkat lunak atau *software* yang berguna untuk melakukan pengendalian dari komponen mikro single-board yang sifatnya *open source* yang berfungsi untuk memberikan pengalaman serta kemudahan bagi para pengguna segala bidang terutama dalam bidang elektronik baik itu dari sisi *software* ataupun *hardware*. Perangkat keras yang dimiliki Arduino menggunakan suatu prosesor yang bernama Atmel AVR dan untuk melakukan pemrograman dengan menggunakan bahasa Arduino, bahasa yang digunakan pada sistem Arduino ini memiliki kesamaan dengan sintaks pada bahasa pemrograman C. Mikrokontroler pada Arduino ini masih dalam lingkup dari *family* mikrokontroler ATmega, sistem ini diluncurkan oleh Atmel, akan tetapi *software* ini memiliki permasalahan yang harus dihadapi, salah satu permasalahannya adalah ada yang menduplikat *software* arduino ini dengan menggunakan mikrokontroler jenis lain yang masih dapat terhubung dengan arduino aslinya [10]

2.6.1 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 merupakan board yang dikembangkan untuk mikrokontroler menggunakan sistem Arduino dengan pemodelan perangkat sistemnya menggunakan chip mikrokontroler ATmega2560. Sistem ini mempunyai pin input/output sebanyak 54 pin digital yang terdiri dari 15 pin PWM, 16 pin analog input, serta 4 pin UART (*Serial port hardware*). Selain itu, arduino

ini memiliki oscillator dengan frekuensi 16 MHz, power jack DC, satu port USB, tombol reset, dan ICSP header [11]



Gambar 2. 10 Arduino uno mega 2560

2.7 Monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Angin Berbasis IOT

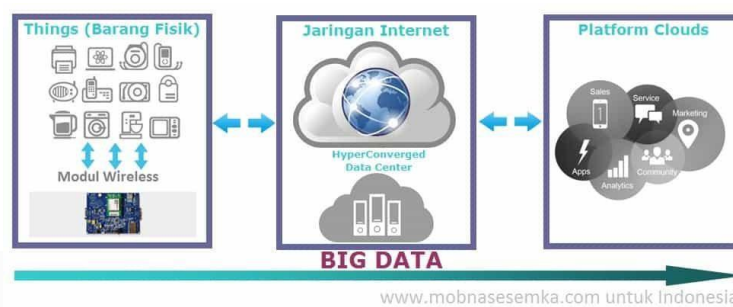
Monitoring dapat dilakukan secara *real time* menggunakan jaringan internet dengan tujuan memberikan kemudahan bagi pengguna untuk mengetahui kondisi pembangkit tanpa harus melihat langsung ke lapangan sehingga dapat menjadi acuan sebagai bentuk pendeteksian dini apabila terdapat kerusakan pada pembangkit.

2.7.1 IOT (*Internet Of Thing*)

IoT atau *Internet of Things* merupakan suatu metode yang memiliki manfaat untuk memaksimalkan jaringan *network* agar dapat diakses oleh pengguna. *IoT* ini sebenarnya mengacu kepada sebuah objek yang bisa diidentifikasi sebagai representasi virtual suatu struktur berbasis *IoT*. Adapun cara kerja dari *IoT* adalah berinteraksi dengan mesin secara otomatis dari jarak berapapun dengan terhubung menggunakan internet.

Untuk mewujudkan operasi *IoT* di atas, internet menjadi benang penghubung dua mesin yang saling berinteraksi, sedangkan pengguna hanya berperan sebagai moderator atau pengawas kerja alat. Kelebihan dari konsep *IoT* ini adalah dapat dengan lebih cepat, efektif, dan efisien di dalam menyelesaikan suatu pekerjaan. (Dewi et al., 2019).

Konsep *IoT* ini memiliki cara kerja yang berpatokan yang terdiri dari 3 elemen pada perancangan *IoT* dengan dilengkapi panduan berupa modul *IoT*, perangkat yang digunakan untuk mengkoneksi ke internet seperti perangkat *wireless* dengan jenis manapun seperti jenis *speedy* yang yang berlokasi di rumah, atau bisa diganti dengan jenis modem serta penyimpanan digital secara virtual yang digunakan sebagai tempat penyimpanan data record pada aplikasi dan juga *database* yang dijalankan.



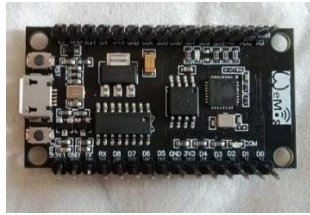
Gambar 2. 11 Skema *internet of things* (iot)

[12]

Pada setiap aktivitas yang menggunakan suatu barang yang kemudian dihubungkan ke internet akan terjadi proses penyimpanan data. Data hasil *record* tersebut dikumpulkan menjadi sekumpulan data yang disebut big data. Kemudian data tersebut selanjutnya dapat diolah sesuai dengan kebutuhan masing-masing. [12]

2.8 NodeMCU ESP8266

NodeMCU merupakan papan sirkuit dengan memiliki komponen komponen chip ESP8266 yang berguna untuk mikrokontroler serta dapat terhubung ke jaringan internet. Dengan melakukan pemrograman pada NodeMCU ESP8266 dan juga melakukan compiler di *software* Arduino IDE. NodeMCU ESP8266 ini memiliki port USB yang digunakan untuk mempermudah pemrograman. NodeMCU ESP8266 ini masih salah satu *family* yang merupakan keturunan dari platform ESP-12 *IoT*. Secara kegunaannya memiliki kemiripan dengan platform Arduino, perbedaannya terlihat pada saat mereka terkoneksi dengan internet (Dewi et al., 2019).

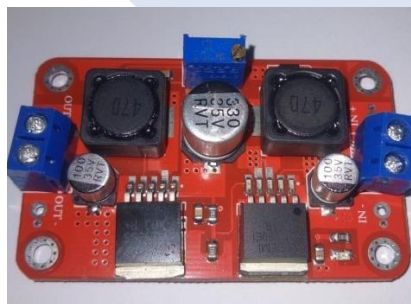


Gambar 2. 12 Node MCU ESP8266

2.9 Buck Boost Converter

Kecepatan angin pada setiap waktu tidaklah selalu sama atau bersifat fluktuatif demikian juga dengan tegangan keluaran generator yang dihasilkan, oleh karena itu diperlukan penguat tegangan, yaitu buck boost converter, pada saat tegangan pengisian baterai belum tercapai. Tegangan keluaran generator yang diperlukan minimal sebesar 3 Volt yang nantinya akan dikuatkan oleh konverter tersebut.

Buck Boost Converter XL6009 ini akan beroperasi jika diberi tegangan *input* minimal sebesar 3 Volt, sementara output dari tegangan yang dihasilkan oleh *buck boost converter* pada proyek ini diatur sebesar 15 Volt dengan menggunakan trimpot yang ada pada *buck boost* untuk melakukan proses pengisian baterai agar tegangan pengisian baterai konstan. Jika tegangan input yang diberikan kurang dari 3 Volt tegangan keluaran dari *buck boost* ini belum bisa dinaikkan, karena tegangan *inputan* yang diperlukan belum tercapai.



Gambar 2. 13 DC-DC *buck boost converter*

2.10 Website

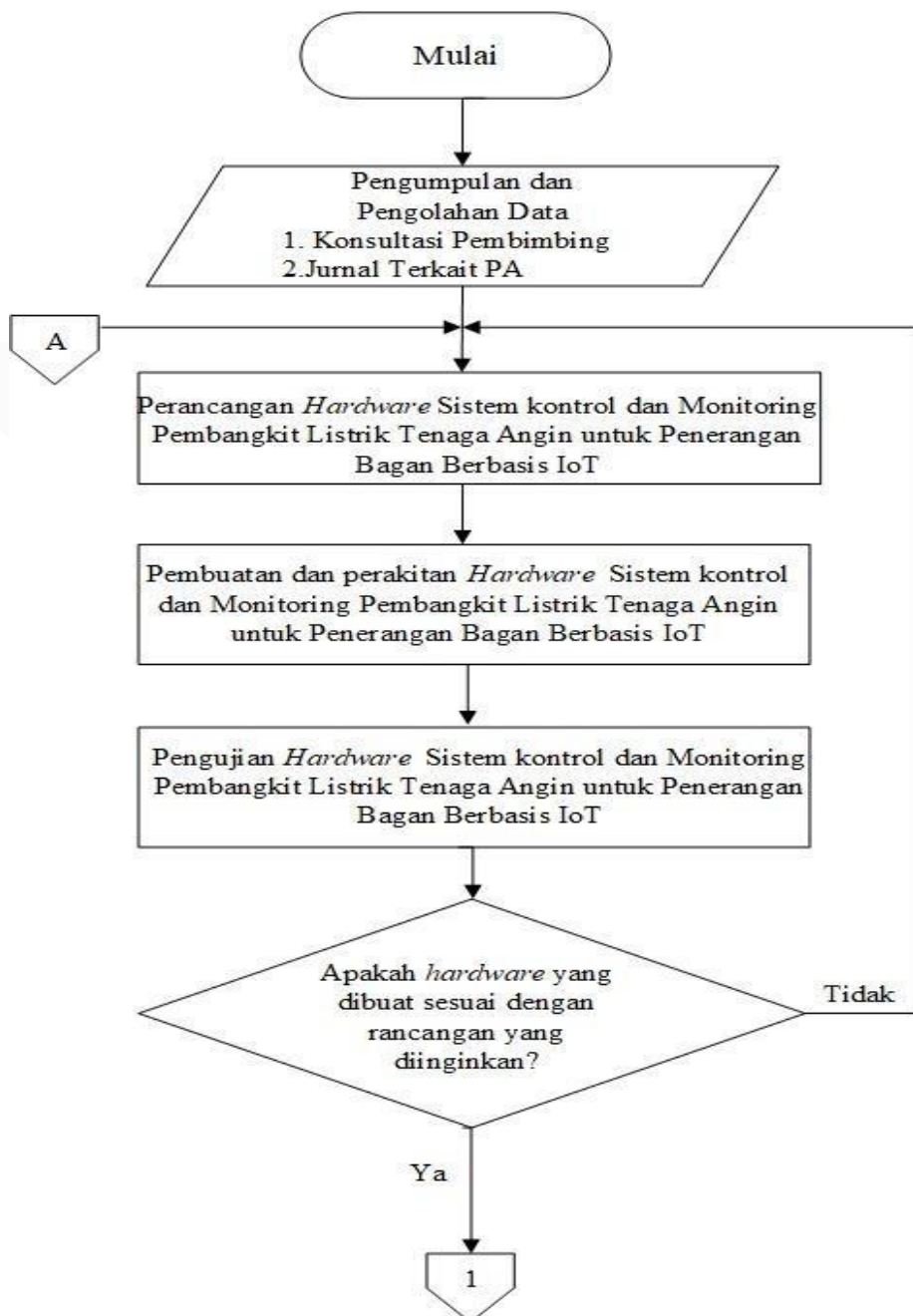
Dalam pembuatan proyek akhir ini proses monitoring data dilakukan secara real time melalui sebuah website. Melalui *website* tersebut tegangan dan arus keluaran generator serta *buck boost converter*, kapasitas baterai, dan kecepatan angin dapat dilihat dan dipantau secara *real time* untuk memudahkan pengguna dalam melakukan monitoring dan kontrol dari jarak jauh.

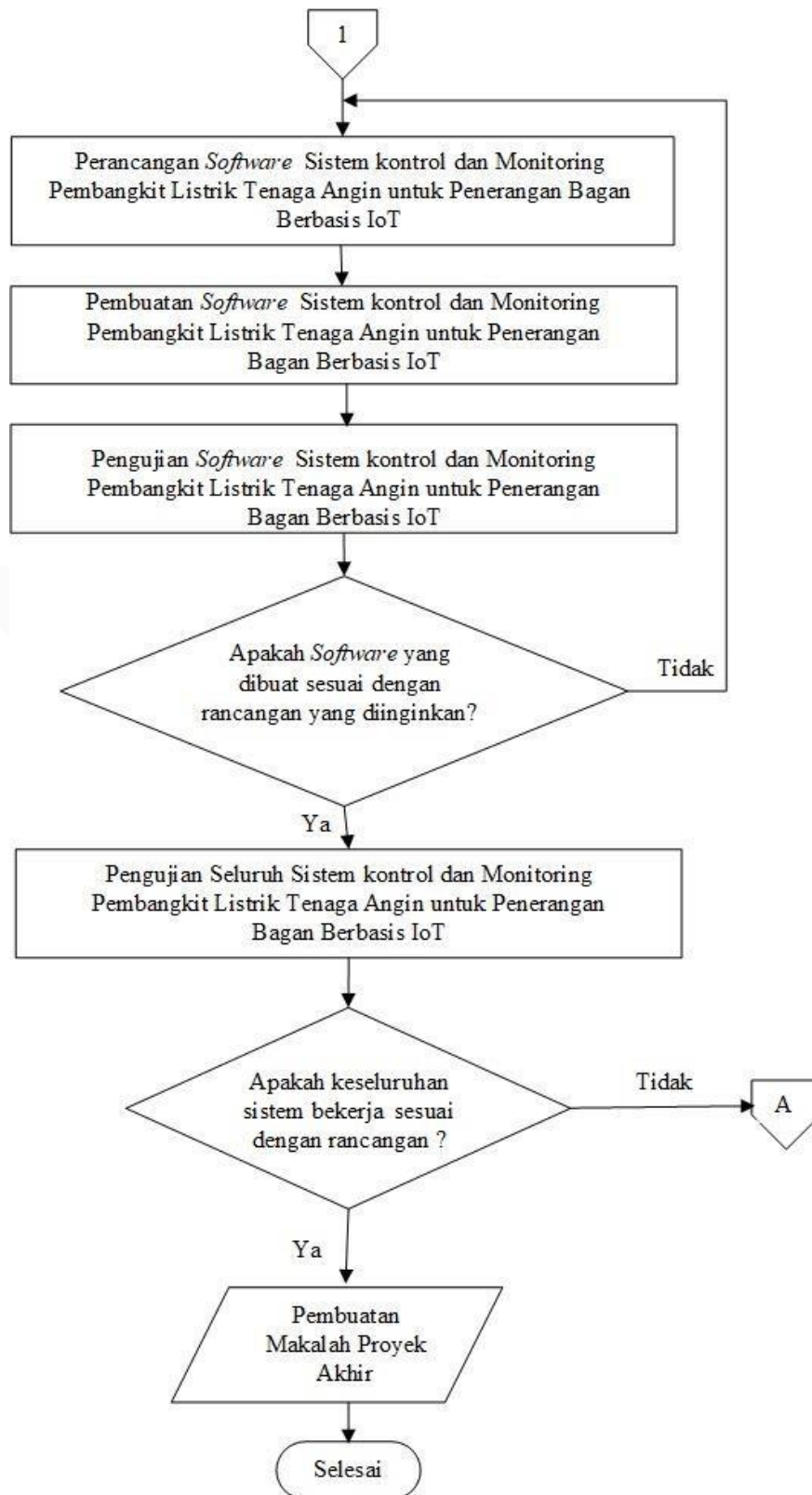


Gambar 2. 14 Tampilan *Website*

BAB III METODE PELAKSANAAN

Tahapan pelaksanaan yang dilakukan pada pembuatan proyek akhir ini dapat dijelaskan melalui *flowchart* berikut:





Gambar 3. 1 *Flowchart* tahap pembuatan proyek akhir

3.1 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada tahapan ini, pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur yang sesuai dan berkaitan dengan proyek akhir yang akan dibuat. Dalam melakukan tahapan ini, akan diperoleh suatu informasi yang berkaitan dengan proyek akhir yang akan dibuat dan sebagai referensi dalam proses pembuatan maupun penulisan. Selain itu, gambaran alat yang akan dibuat juga dapat diperoleh berdasarkan penelitian sebelumnya yang diketahui melalui tahapan ini yang kemudian akan dikembangkan.

Penulis akan menggunakan 2 metode dalam mengumpulkan data. Yang pertama yaitu pengumpulan melalui jurnal-jurnal yang berkaitan dengan judul proyek akhir dan yang ke dua yaitu pengumpulan data melalui konsultasi dengan pembimbing mengenai proyek akhir yang akan dibuat. Setelah data-data yang diperlukan sudah terkumpul, langkah selanjutnya yang dilakukan adalah perancangan perangkat baik keras maupun lunak yang akan dibuat

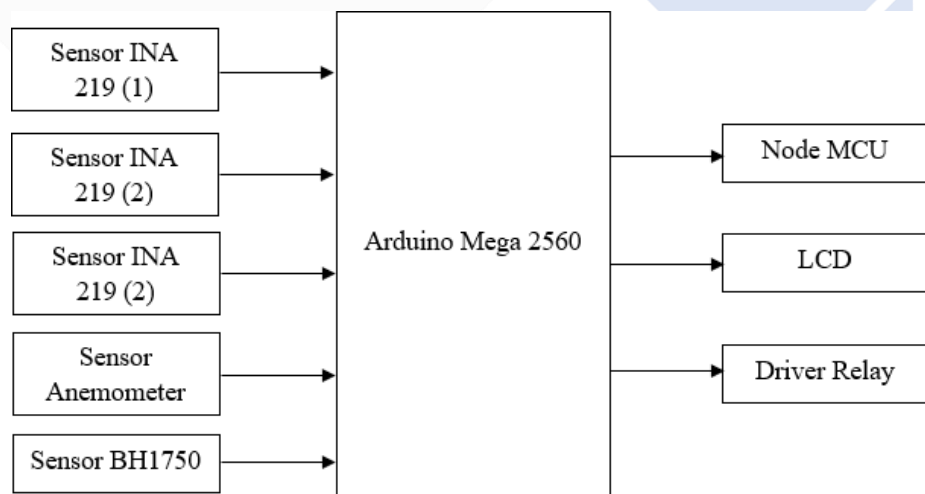
3.2 Perancangan *Hardware* dan *Software*

Tahapan kedua yang dilakukan dalam pembuatan proyek akhir ini adalah penulis akan melakukan tahapan perancangan dan pembangunan *hardware* dan *software*. Tahapan ini merupakan tahapan awal yang akan menentukan gambaran proyek akhir yang akan dibuat, perancangan serta pembangunan *hardware* memiliki fungsi sebagai menentukan bentuk fisik suatu *hardware* yang akan dirancang dari pembangkit listrik tenaga angin dan penempatan masing masing komponen pada pembangkit listrik tersebut. Sementara itu pada tahapan perancangan *software* memiliki fungsi untuk melakukan sistem *monitoring* yang telah menggunakan sistem berbasis *IoT* agar semua data yang diperoleh dari pembangkit mulai dari arus serta tegangan keluaran generator, arus dan keluaran tegangan dari *buck boost converter*, RPM, kecepatan angin serta kondisi lampu dapat *dimonitoring* menggunakan ponsel pintar.

3.2.1 Perancangan *Hardware*

Pada tahapan ini penulis akan melakukan tahapan yang terdiri dari 2 tahapan, tahapan pertama yaitu perancangan perangkat mekanik, sementara tahapan kedua yaitu perancangan perangkat elektrik. Perancangan akan dibuat dengan memanfaatkan aplikasi sketch up di dalam merancang konstruksi dari PLTA ini. Di tahap ini pula penulis akan menentukan alat dan bahan yang diperlukan.

Adapun pada tahap perancangan perangkat mekanik, perangkat yang dirancang yaitu dudukan komponen dengan akrilik ukuran 15x20 cm yang kemudian akan dimasukkan ke dalam box komponen serta perancangan peletakan komponen-komponen pada box panel yang digunakan pada pembangkit. Kemudian pada tahapan perancangan perangkat elektrik, rancangan skema rangkaian kontrol dengan Arduino Mega 2560 adalah sebagai berikut:



Gambar 3. 2 Rancangan *hardware elektrik* sistem kontrol dan monitoring pembangkit listrik tenaga angin untuk penerangan bagan berbasis *IoT*

3.2.2 Perancangan Software

Pada tahapan perancangan *software* ini dibuat rancangan berupa:

1. Pemrograman Arduino untuk menampilkan tegangan dan arus keluaran *buck boost converter* menggunakan sensor INA219, kecepatan angin serta RPM menggunakan sensor anemometer, dan sensor BH1750 sebagai pendeteksi intensitas cahaya.
2. Membuat rancangan *website* untuk menampilkan data-data yang dapat *dimonitoring* dan dikontrol menggunakan jaringan internet.

3.3 Pembuatan Hardware dan Software

Setelah bagian perencanaan, selanjutnya masuk ke dalam tahapan pembuatan, yang mana pada tahapan ini direalisasikan *hardware* dan *software* yang sudah dirancang pada rancangan sebelumnya.

3.3.1 Pembuatan Hardware

Tahapan rancangan pembuatan *hardware* secara proses yang akan dilakukan dengan pembuatan bentuk perangkat secara fisik mengenai PLTA berdasarkan desain sebelumnya. Pembangunan PLTA ini diperlukan alat dan bahan sebagai pendukung dalam kegiatan ini dengan melakukan penyesuaian rancangan sebelumnya.

Pada tahapan ini, dilakukan dengan memasang setiap komponen seperti Arduino, sensor INA219, dan NodeMCU pada akrilik dengan cara dibor terlebih dahulu, kemudian komponen yang sudah terpasang pada akrilik diletakkan pada box komponen.

3.3.2 Pembuatan Software

Pada tahapan ini, akan melakukan tahapan perancangan dan pembuatan *software* yang nantinya akan digunakan pada mikrokontroler dan *software* dengan berbasis *IoT*. Untuk melakukan rancangan ini, perlu dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman Arduino Mega 2560 yang berfungsi untuk melakukan perubahan pada komponen serta data sensor INA219, sensor BH1750,

dan sensor anemometer. Sedangkan pembuatan *software* untuk *IoT* dilakukan dengan membuat website untuk melakukan *monitoring* menggunakan *smartphone* untuk mengetahui perubahan data INA219, sensor BH1750, dan sensor anemometer dengan melakukan pemrograman komunikasi *web server* untuk menyimpan dan menampilkan data dari pembangkit.

3.4 Pengujian *Hardware* dan *Software*

Tahapan pengujian dilaksanakan setelah pembuatan usai. Adapun tujuan dari tahapan ini yaitu untuk mengetahui apakah sistem atau alat yang dibuat telah sesuai dengan yang ditargetkan.

3.4.1 Pengujian *Hardware*

1. Pengujian Arduino Mega 2560 dengan menggunakan sensor INA219 yang berfungsi untuk mengetahui *output* tegangan arus serta *output* dari buck boost converter serta arus dan tegangan *output* dari generator.
2. Pengujian Arduino Mega 2560 dengan menggunakan sensor anemometer yang berfungsi untuk mengetahui RPM dan kecepatan angin di sekitar bagan.
3. Pengujian Arduino Mega 2560 dengan menggunakan sensor BH1750 yang berfungsi untuk mengetahui tingkatan dalam melakukan deteksi sensor terhadap cahaya yang digunakan untuk menghidupkan lampu secara otomatis.

3.4.2 Pengujian *Software*

Pengujian *software* dilakukan dengan menguji pemrograman Arduino Mega 2560 dalam menampilkan data sensor BH1750, INA219, dan anemometer. Serta melakukan pengujian terhadap website pada saat dilakukan *monitoring* menggunakan jaringan internet untuk mengetahui perubahan data INA219, sensor BH1750, sensor anemometer serta mengontrol *ON/OFF* lampu.

3.4.3 Pengujian Keseluruhan Sistem

Tahapan ini akan melakukan pengujian sistem kontrol dan *monitoring* secara keseluruhan terhadap PLTB dengan menggunakan sistem *IoT*. Hal ini dilakukan agar mengetahui apakah sistem tersebut berjalan dengan baik secara keseluruhan yang meliputi pembangkit listrik dengan menggunakan tenaga yang berasal dari angin, kincir angin yang bertugas sebagai pengisian ulang terhadap baterai, menghabiskan baterai dengan melakukan pembebanan terhadap sistem, serta melakukan *monitoring* dan *record* data yang berasal dari *web server*. Data yang telah diperoleh, maka tahapan berikutnya data tersebut akan dikirimkan melalui *web server* seperti data kecepatan angin, RPM, tegangan dan arus dari hasil *output* generator, tegangan dan arus *output buck boost converter* sisa tegangan pada baterai, serta kondisi lampu yang dapat dikontrol dan dimonitoring menggunakan *internet*.

3.5 Analisis Data

Tahapan ini merupakan tahapan dengan menganalisis data hasil pengujian secara keseluruhan. Hasil pengujian yang dimaksud disini yaitu hasil pengujian dari segi konstruksi, perangkat keras, serta perangkat lunak baik alat maupun sistem. Apabila hasil analisa menyatakan masih ada kekurangan, maka akan dicari solusi untuk memperbaiki kekurangan tersebut untuk mendapatkan hasil optimal.

3.6 Pembuatan Makalah Proyek Akhir

Tahapan pembuatan makalah ini merupakan tahapan penutup dari proyek akhir ini. Pada tahapan ini, penulis akan mencantumkan proses pembuatan proyek akhir dimulai dari persiapan hingga proyek akhir ini selesai.

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Alat

Pembangkit listrik tenaga angin berbasis *IoT* ini dirancang untuk mempermudah pengguna untuk mengetahui kondisi pembangkit tanpa harus melihat langsung ke lapangan sehingga dapat menjadi acuan sebagai bentuk pendeteksian dini apabila terdapat kerusakan pada pembangkit. Pada PLTB ini, tegangan dan arus keluaran generator serta *buck boost converter*, dan daya yang tersisa pada baterai dapat di-*monitoring* secara *real time* melalui jaringan *internet*.

Pada pembangkit listrik yang akan di bangun dibuat dalam proyek akhir ini, Arduino Mega 2560 digunakan sebagai sistem pengontrolan untuk mengolah data berupa tegangan dan arus keluaran generator serta *buck boost converter*, kecepatan, angin dan RPM yang kemudian data-data tersebut akan dikirimkan menggunakan NodeMCU ESP8266 yang lalu didapatkan *output* berupa hasil pembacaan sensor tegangan dan arus keluaran dari generator serta *buck boost converter*, dan sensor anemometer.

Pada alat ini diperlukan tegangan masukan sekurang-kurangnya sebesar 3 Volt, adapun tegangan keluaran dari *buck boost converter* diatur sebesar 15 Volt dengan trimpot untuk melakukan proses pengisian baterai. Pada saat proses pengisian baterai sudah selesai dilakukan *solar charger controller* akan secara otomatis menghentikan proses pengisian.

4.2 Perancangan dan Pembuatan *Hardware* Pembangkit Listrik Tenaga Angin Berbasis *IOT*

Perancangan dan pembuatan *hardware* dilakukan melalui 2 tahapan yaitu, perancangan *hardware* secara mekanik dan perancangan *hardware* elektrik. Berikut ini merupakan tahapan yang dilakukan dalam perancangan dan pembuatan *hardware* proyek akhir ini.

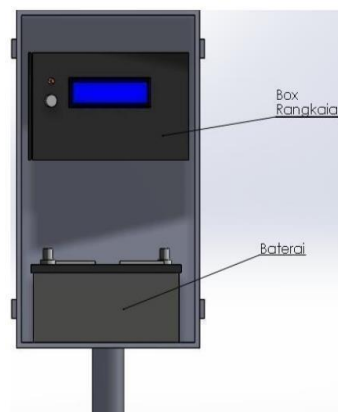
4.2.1 Perancangan *Hardware* Secara Mekanik

Perancangan mekanik ini dilakukan dengan terlebih dahulu membuat desain keseluruhan Pembangkit Listrik Tenaga Angin yang akan dibuat menggunakan aplikasi *Sketch up*. Berikut ini adalah gambar rancangan alat yang akan dibuat menggunakan aplikasi *sketch up*.

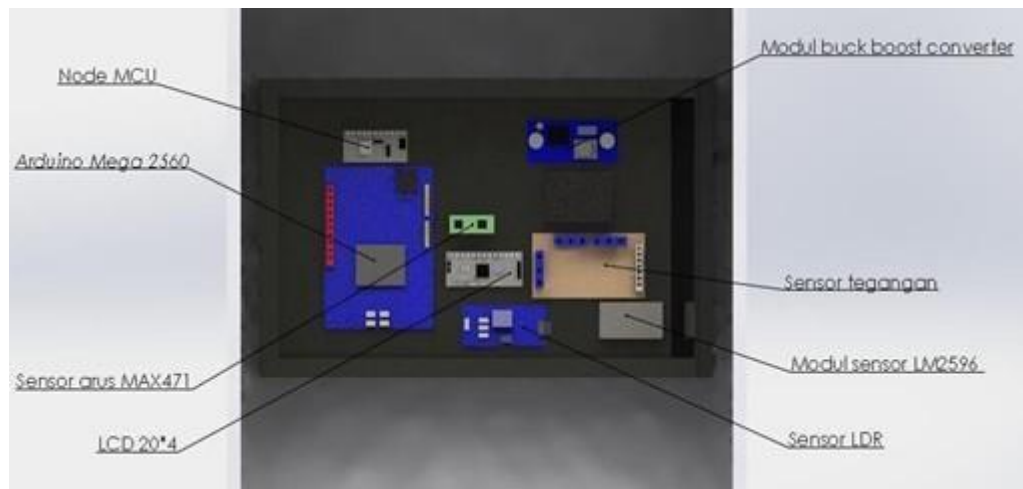


Gambar 4. 1 Desain pembangkit listrik tenaga angin untuk penerangan bagan berbasis *IoT* secara keseluruhan

Setelah melakukan pembuatan desain secara keseluruhan langkah selanjutnya yaitu pembuatan desain box panel untuk menentukan peletakan masing-masing komponen yang akan digunakan.



Gambar 4. 2 Gambar tampak depan *box* panel

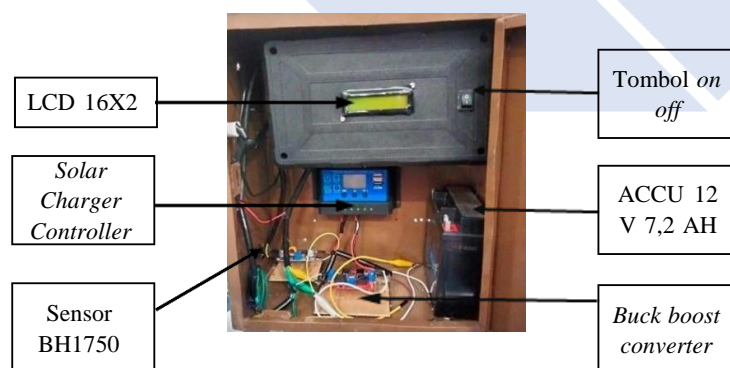


Gambar 4. 3 Gambar tampak atas *box* komponen

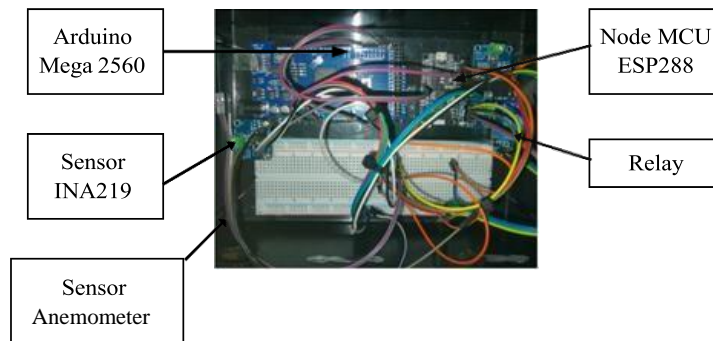
4.2.2 Pembuatan *Hardware* Secara Mekanik

Tahapan ini dilakukan dengan membuat alat secara real yang sebelumnya sudah didesain. Adapun alat dan bahan yang digunakan juga disesuaikan dengan yang sudah direncanakan sebelumnya

Tahapan pembuatan dilakukan dengan memasang setiap komponen seperti Arduino, sensor INA219, dan NodeMCU pada akrilik dengan cara dibor terlebih dahulu, kemudian komponen yang sudah terpasang pada akrilik diletakkan pada box komponen. Berikut adalah gambar peletakan komponen pada akrilik.



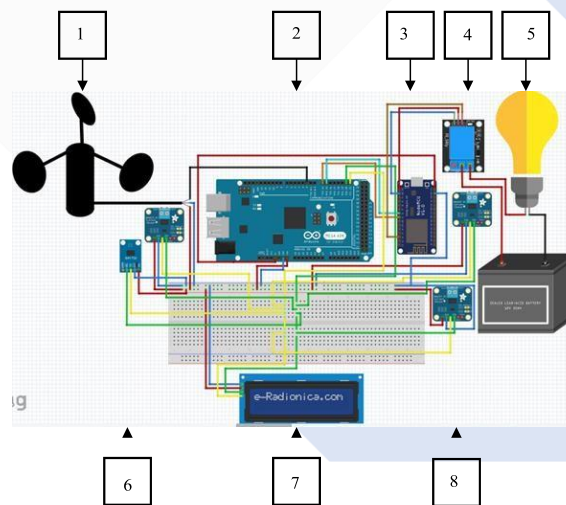
Gambar 4. 4 Peletakan mikrokontroler dan sensor sensor



Gambar 4. 5 Hardware Elektrik sistem kontrol pembangkit listrik tenaga angin

4.2.3 Perancangan dan Pembuatan *Hardware* Elektrik

Pembuatan *Hardware* elektrik dilakukan agar dapat memudahkan dalam merangkai alat yang meliputi perancangan dudukan alat dan rangkaian kontrol. Pada gambar 4.5 dapat dilihat gambar rangkaian skematik



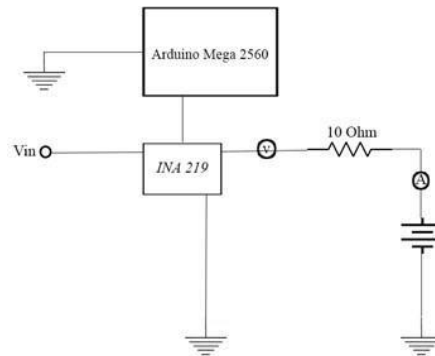
Gambar 4. 6 Skema pengkabelan sistem kontrol pembangkit listrik tenaga angin untuk penerangan bagan berbasis *IoT*

Keterangan

- | | |
|----------------------|-------------------|
| 1. Sensor Anemometer | 5. Beban |
| 2. Arduino Mega 2560 | 6. Sensor BH1750 |
| 3. NodeMCU ESP28266 | 7. LCD 16 x 2 |
| 4. Relay | 8. Sensor INA 219 |

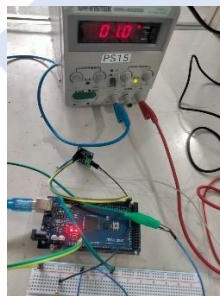
4.3 Pengujian *Hardware* Elektrik

Pengujian *hardware* elektrik ini dilakukan dengan melakukan pengecekan pada setiap komponen yang digunakan dengan tujuan mengetahui apakah semua komponen yang digunakan berfungsi, salah satunya yaitu pengujian sensor INA219. Berikut ini adalah gambar rangkaian pengujian sensor INA219



Gambar 4. 7 Blok pengujian pengosongan baterai

Untuk mengetahui apakah sensor INA219 dapat berfungsi dengan baik maka dilakukan pengujian. Pada tugas akhir ini sensor INA219 digunakan untuk menghitung arus hasil keluaran dan tegangan yang berasal dari generator dan *buck boost converter*, serta kapasitas baterai.



Gambar 4. 8 pengujian sensor INA219

Pengujian sensor ini dilakukan dengan mengukur arus tampilan dan tegangan dari sensor yang ditampilkan melalui serial monitor, berikut merupakan rumus yang dapat digunakan untuk menghitung persentase error sensor INA219 :

$$\text{Persentase Error} = \left| \frac{\text{Nilai Pengukuran} - \text{Nilai Acuan}}{\text{Nilai Acuan}} \right| \times 100\% \dots\dots\dots 4.1$$

Berikut ini adalah data hasil pengukuran sensor INA219

Tabel 4. 1 Hasil pengukuran sensor INA219

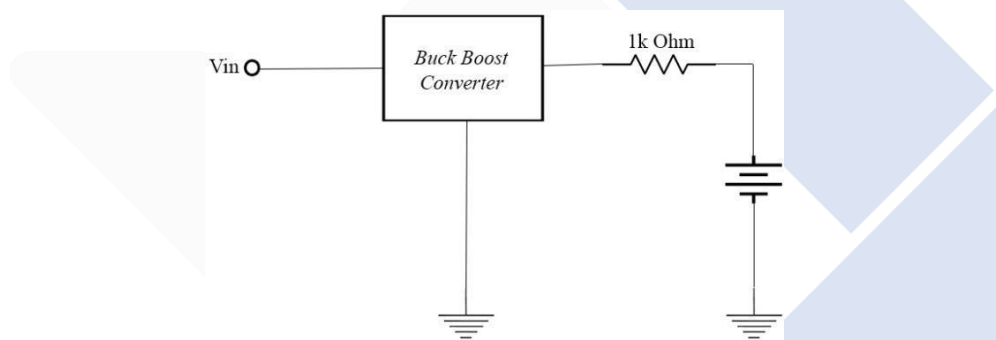
Hasil Pengukuran Menggunakan Voltmeter (V)	Hasil Pengukuran menggunakan tegangan INA219	Arus yang Terbaca Oleh Sensor	Persentase Error Pengukuran Tegangan
1 V	0,98 V	0,80 mA	2 %
2 V	1,97 V	2,00 mA	1,50%
3 V	2,99 V	2,80 mA	0,36%
4,5 V	4,5 V	4,5 mA	0%
5 V	5,02 V	5 mA	0,39%
5,3 V	5,30 V	5,40 mA	0%
6 V	6,01 V	6,10 mA	0,16%
6,4 V	6,4 V	6,5 mA	0%
7 V	6,97 V	7 mA	0,43%
7,5 V	7,49 V	8 mA	0,13%
8 V	8 V	8,1 Ma	0%
9,5 V	9,52 V	9,90 mA	0,21%
10 V	10,04 V	10,40 mA	0,39%
11 V	11,02 V	11 mA	0,18%
12 V	11,98 V	11,99 mA	0,16%
13 V	12,99 V	13 mA	0,076%
14 V	14,02 V	14,1 mA	0,14%
15 V	14,99 V	15 mA	0,06%

Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa tegangan yang terbaca oleh sensor besarnya sama dengan pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan Voltmeter

4.3.1 Pengujian *Buck Boost Converter*

Modul *Buck Boost Converter* ini merupakan modul yang sudah terbuat dari pabrikan dengan input minimal yang diberikan sebesar 3 V dan maksimal 32 V, serta tegangan keluaran yang dihasilkan sebesar 1,5 Volt sampai dengan 35 Volt, dengan tegangan input yang dihasilkan oleh generator minimal sebesar 3 Volt tegangan dapat dikuatkan menjadi 15 Volt oleh *buck boost converter* untuk melakukan proses pengisian baterai.

Selanjutnya dilakukan pengujian mengetahui apakah tegangan keluaran yang dihasilkan oleh *buck boost converter* sudah sesuai dengan tegangan yang dibutuhkan untuk melakukan pengisian baterai yakni 15 Volt ini. Berikut ini adalah gambar blok pengujian *buck boost converter*



Gambar 4. 9 Blok pengujian *buck boost converter*

Berikut ini merupakan data hasil pengujian *buck boost converter* dengan tegangan acuan sebesar 15 Volt.

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Tegangan Keluaran *Buck Boost Converter* XL6009

No	Tegangan Masukan (V)	Tegangan Keluaran yang Diharapkan (V)	Tegangan Keluaran <i>Buck Boost Converter</i> (V)	Persentase Error (%)
1	1	15	0,0001	99,99%
2	2	15	0,0007	99,99%
3	2,5	15	0,004	99,99%
4	2,9	15	9,43	37,13%
5	3	15	15	0%

6	4	15	15,01	0,07%
7	5	15	15,01	0,07%
8	6	15	15,01	0,07%
9	7	15	15,01	0,07%
10	8	15	15,01	0,07%
11	9	15	15,01	0,07%
12	10	15	15,01	0,07%
13	11	15	15,01	0,07%
14	12	15	15,01	0,07%
15	13	15	15,01	0,07%
16	14	15	15,01	0,07%
17	15	15	15,01	0,07%
18	16	15	15,01	0,07%
19	17	15	15,01	0,07%
20	18	15	15,01	0,07%
21	19	15	15,02	0,13%
22	20	15	15,02	0,13%
23	25	15	15,02	0,13%
25	30	15	15,01	0,07%
26	31	15	15,01	0,07%

Gambar 4. 10 Gambar hasil pengujian *buck boost converter*



Gambar 4. 11 Pengujian *buck boost* dengan tegangan input 2,5 Volt

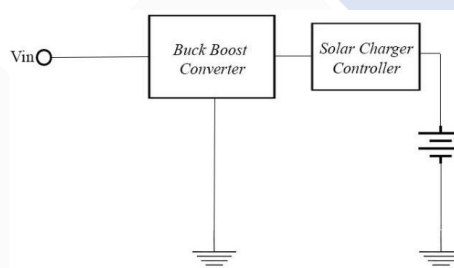


Gambar 4. 12 Pengujian *buck boost* dengan tegangan input 3 Volt

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa tegangan dari converter *buck boost* konstan pada 15 Volt ketika tegangan input minimal yang diberikan terpenuhi yakni pada tegangan 3 Volt.

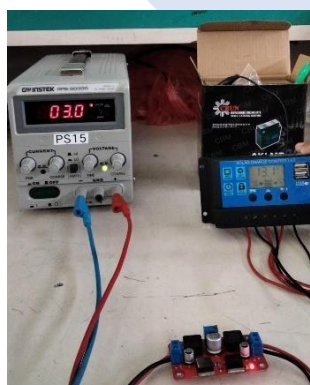
4.3.2 Pengujian *Solar Charger Controller* dengan Tegangan Input 2,5 dan 3 Volt

Pada proyek akhir ini solar *charger* digunakan sebagai pemutus pengecasan pada saat kondisi baterai sudah penuh. Pada saat tegangan pengisian sudah terpenuhi, maka proses pengecasan dapat dilakukan. Untuk blok pengujian solar *charger controller* dapat dilihat pada gambar 2.14 di bawah ini



Gambar 4. 13 Blok pengujian *solar charger controller*

Berikut ini adalah gambar pengujian solar *charger controller* menggunakan tegangan input dari *power supply* dengan tegangan masukan yang diberikan sebesar 2,5 Volt dan 3 Volt.



Gambar 4. 14 Pengujian solar charger dengan tegangan input 2,5volt dan 3 volt

Berikut ini adalah data hasil pengujian solar charger dengan menggunakan tegangan input sebesar 2,5 Volt dan 3 Volt

Tabel 4. 3 Tabel hasil pengujian solar charger dengan tegangan input 2,5 Volt dan 3 Volt

No	Tegangan input yang diberikan (V)	Kondisi Pengecasan
1	2,5	Belum terjadi pengecasan karena tegangan input yang diberikan belum terpenuhi
2	3	Sudah terjadi pengecasan karena tegangan input yang diberikan sudah terpenuhi

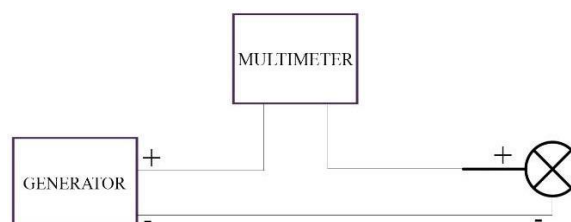
Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa pengisian baterai hanya dapat dilakukan dengan tegangan input 3 volt, karena *buck boost converter* yang digunakan hanya bekerja pada tegangan input paling kecil sebesar 3 volt.

4.3.3 Pengukuran Tegangan, Arus, RPM, dan Kecepatan Angin

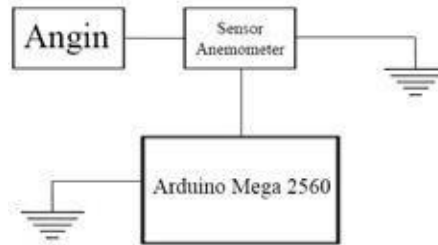
Pengambilan data Pengukuran tegangan, arus, rpm, dan kecepatan angin ini dilakukan di dermaga nelayan 2, adapun beban yang digunakan dalam pengujian ini adalah resistor kapur daya 10 Watt 10 Ohm. Blok pengujian arus, tegangan, RPM Angin, serta kecepatan angin dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 4. 15 Rangkaian pengukuran tegangan keluaran generator



Gambar 4. 16 Rangkaian pengukuran arus keluaran generator



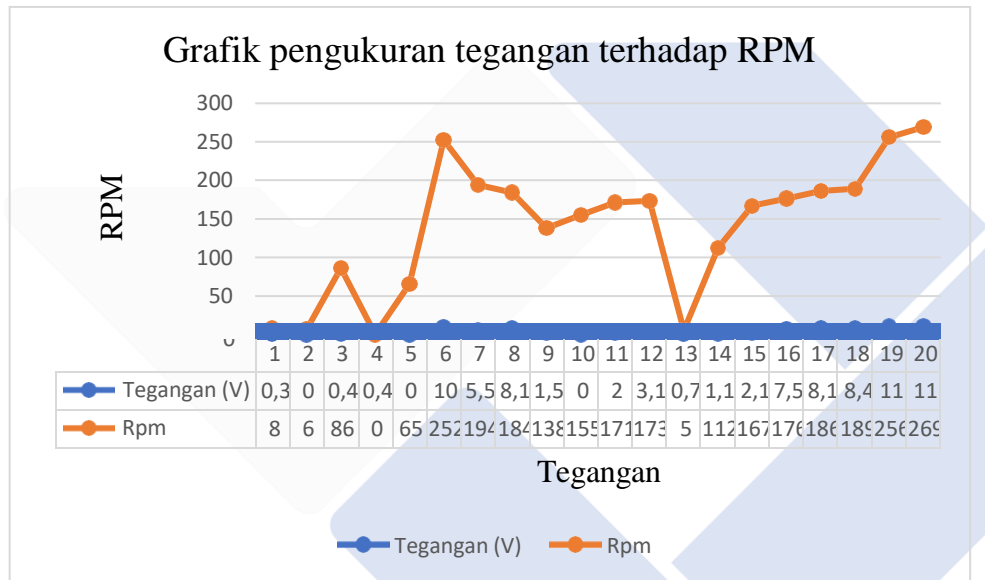
Gambar 4. 17 Rangkaian pengukuran RPM angin dan kecepatan angin menggunakan sensor anemometer

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan diperoleh data sebagai berikutadapaun data yang diperoleh adalah sebagai berikut :

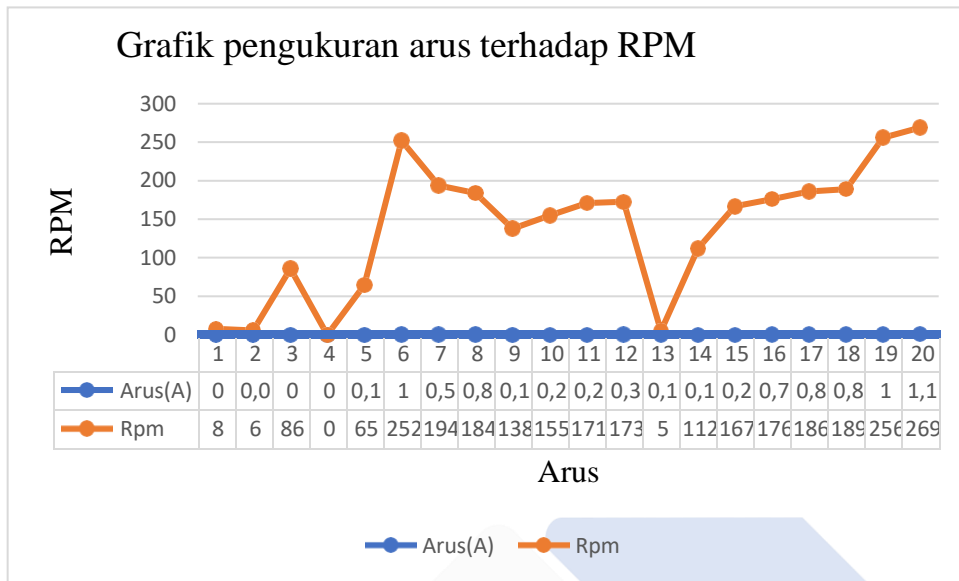
Tabel 4. 4 Hasil pengukuran tanggal 2 Juli 2022

Jam	Tegangan keluaran generator (V)	Arus keluaran generator (A)	Kec. Angin (m/s)	Rpm Angin	Daya (P)
08.30	0,2915	0,001	0,14	8	0,00029
09.00	0,0003	0,00	0,06	6	0
09.30	0,438	0,03	0,75	86	0,01314
10.00	0,42	0,04	0	0	0,0168
10.30	0,0109	0,089	0,96	65	0,00097
11.00	10,12	0,99	2,38	252	10,0188
11.30	5,48	0,53	1,97	194	2,9044
12.00	8,08	0,81	2,22	184	6,5448
12.30	1,54	0,13	1,3	138	0,2002
13.00	1,99	0,17	1,58	155	0,3383
13.30	2,02	0,2	1,84	171	0,404
14.00	3,07	0,3	1,9	173	0,921
14.30	0,705	0,052	0,07	5	0,03666

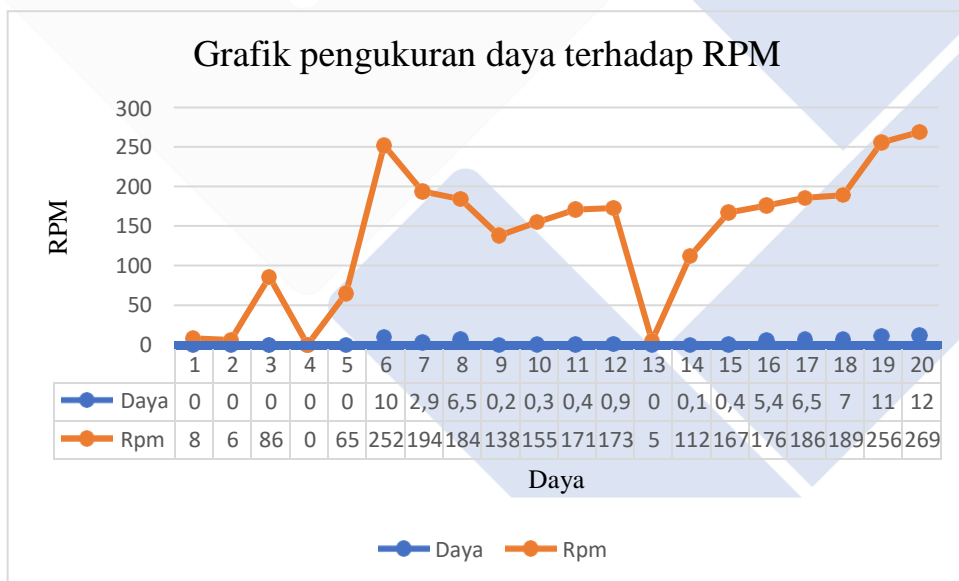
15.00	1,125	0,11	1,2	112	0,12375
16.00	2,1	0,19	1,75	167	0,399
16.30	7,5	0,72	2,1	176	5,4
17.00	8,13	0,8	2,23	186	6,504
17.30	8,43	0,831	2,24	189	7,00533
20:00	10,55	1,03	2,39	256	10,8665
21:00	11	1,06	2,45	269	11,66



Gambar 4. 18 Hasil pengukuran tegangan terhadap RPM



Gambar 4. 19 Hasil pengukuran arus terhadap RPM

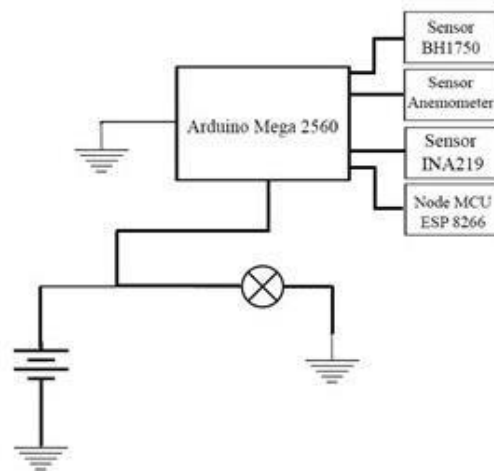


Gambar 4. 20 Hasil pengukuran daya terhadap RPM

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, terlihat apabila output dari tegangan yang dikeluarkan semakin besar sehingga arus yang diperoleh akan semakin mengecil. Hal ini berarti data perhitungan secara teori dan pengukuran di lapangan sama besarnya.

4.4 Pengujian Pengosongan Baterai

Pengujian pengosongan baterai dilakukan untuk mengetahui berapa lama baterai yang digunakan mampu menyuplai daya pada beban, berikut ini adalah gambar blok pengujian pengosongan baterai.



Gambar 4. 21 Gambar blok pengujian pengosongan baterai

Beban yang digunakan untuk melakukan pengosongan baterai ini berupa lampu DC 12 Volt 10 Watt. Berikut ini adalah data hasil pengujian pengosongan baterai

Tabel 4. 5 Pengujian pengosongan baterai

No	Jam	Tegangan Baterai (V)
1	18:30	12,89
2	19:00	12,84
3	19:30	12,78
4	20:00	12,73
5	20:30	12,60
6	21:00	12,54
7	21:30	12,47
8	22:00	12,43
9	23:30	12,39

10	00:00	12,35
11	00:30	12,28
12	01:00	12,24
13	01.30	12,20
14	02.00	12,17
15	02.30	12,14
16	03.00	12,09
17	03.30	12,02

Berdasarkan data di atas dapat dilihat bahwa waktu yang diperlukan untuk melakukan proses pengosongan baterai yaitu selama 9 jam dengan menggunakan beban berupa lampu DC 12 V 10 Watt

4.3.7 Pengujian Pengiriman dan Penampilan Data Melalui Web

Tahap ini akan melakukan pengujian yang dilakukan selanjutnya yaitu penampilan data pada website yang dapat diakses pada *web browser*. Berikut merupakan dokumen yang merekam data dan menampilkan hasil pengujian ditunjukkan pada gambar berikut ini:

Sistem Kontrol dan Monitoring
Pembangkit Listrik Tenaga Angin untuk
Penerbangan Bagan berbasis IOT

Nama : Annisa Ummihani NIM : 0031903

Nama : Rendy Afreza NIM : 0031953



VI Sebelum Boost Converter

Gambar 4. 22 Tampilan *website*

Dari tanggal

Sampai tanggal

Print PDF

Gambar 4. 23 Gambar tampilan *website*

4.5 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan ini di lakukan di pesisir dermaga nelayan dua untuk memeriksa apakah pembangkit listrik tenaga angin yang dibuat ini sudah dapat dioperasikan dan apakah data-data tersebut sudah dapat di-monitoring secara *real time* dengan menggunakan *website*. Berikut ini adalah data yang diperoleh dari hasil pengujian.

Tabel 4. 6 Tabel pengujian sistem pembangkit yang tersimpan di web

Jam	Kec. Angin (m/s)	V Out Generator (V)	I Out Generator (A)	V Out Buck Boost (V)	I Pengisian (A)	V Baterai (V)	Keterangan Pengisian Baterai
09:00	3	2.30	0.2	2.78	0.3	12.02	Tidak terjadi pengisian ke baterai
10:00	3	2.28	0.2	2.67	0.2	12.02	Tidak terjadi pengisian ke baterai
11:00	4	3.32	0.3	15.01	1.01	12.10	Pengisian ke baterai
12:00	8	5.66	0.5	15.01	1.05	12.30	Pengisian ke baterai
13:00	9	7.89	0.8	15.01	1.07	12.58	Pengisian ke baterai
14:00	7	6.77	0.6	15.02	1.03	12.71	Pengisian ke baterai
15:00	5	4.05	0.3	15.01	1.01	12.79	Pengisian ke baterai
16:00	6	4.65	0.4	15.01	1.01	12.89	Pengisian ke baterai
17:00	3	2.03	0.23	2.07	0.2	12.89	Pengisian ke baterai
19:00	2	1.99	0.16	1.97	0.1	12.89	Tidak terjadi pengisian ke baterai
20:00	2	1.97	0.189	1.9	0.1	12.89	Tidak terjadi pengisian ke baterai
21:00	2	1.6	0.1	1.6	0.1	12.89	Tidak terjadi

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengambilan data di lapangan dapat dilihat bahwa lama waktu yang diperlukan untuk mengisi baterai dengan kapasitas 7,2 AH hingga penuh memerlukan waktu kurang lebih selama 12 jam dengan arus pengisian rata-rata sebesar 0,6 A , sedangkan untuk perhitungan secara teori dapat dihitung menggunakan persamaan di bawah ini

$$\text{Lama pengisian baterai} : \frac{\text{Kapasitas Baterai}}{\text{Arus Pengisian}} \dots\dots\dots 4.2$$

$$\text{Lama pengisian baterai} : \frac{7,2 \text{ AH}}{0,6 \text{ A}} = 12 \text{ Jam}$$

Berdasarkan perhitungan secara teori dapat dilihat lama waktu yang dibutuhkan untuk mengisi baterai hingga penuh adalah selama 12 jam yang berarti perhitungan secara teori sesuai dengan data yang diperoleh di lapangan.

Sedangkan untuk pengosongan baterai 7,2 AH berdasarkan pengambilan data di lapangan dengan menggunakan beban berupa lampu DC 12 volt 10 watt memerlukan waktu kurang lebih selama 9 jam, sedangkan secara teori dapat dihitung menggunakan persamaan di bawah ini :

$$I = \frac{P}{V} \dots\dots\dots 4.3$$

$$I = \frac{10}{12} = 0,8 \text{ A}$$

Arus yang dihasilkan pada pembangkit dengan menggunakan beban berupa lampu DC 12 volt 10 watt adalah sebesar 0,8 A. Untuk lama waktu yang diperlukan untuk melakukan pengosongan baterai dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 4.4

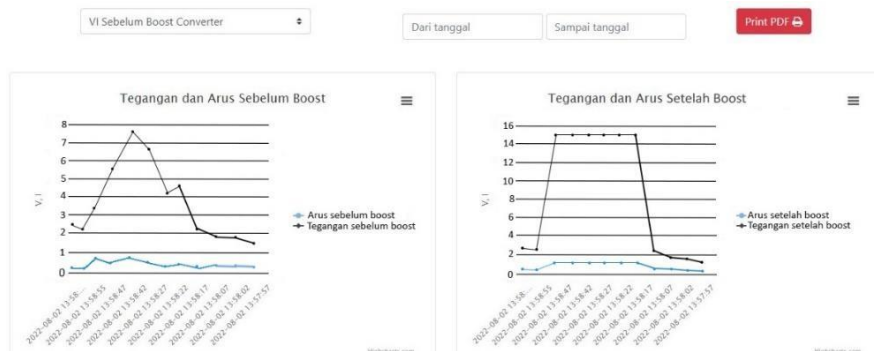
$$\text{Lama pengosongan} : \frac{\text{Kapasitas Baterai}}{\text{Arus Pengosongan}} \dots\dots\dots 4.4$$

$$\text{Lama pengosongan} : \frac{7,2 \text{ AH}}{0,8 \text{ A}} = 9 \text{ Jam}$$

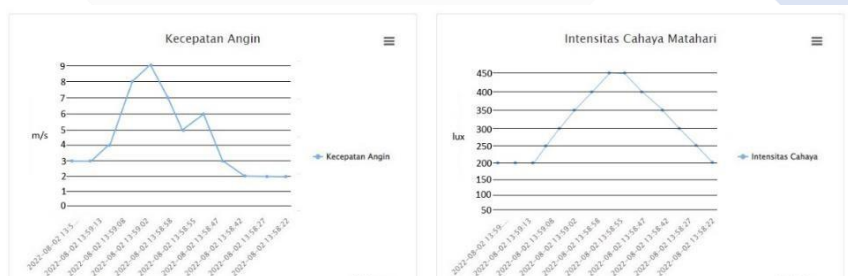
Berdasarkan perhitungan di atas dapat dilihat bahwa lama waktu yang diperlukan untuk mensupply beban adalah selama 9 jam.

Data-data yang diperoleh dari pembangkit dapat dimonitoring secara berkala dengan menggunakan *website* yang tentunya hal ini memberikan

kemudahan bagi pengguna. Dengan melakukan proses monitoring menggunakan *website* ini pengguna dapat mengetahui apabila terjadi kerusakan pada pembangkit hanya dengan melihat kesesuaian data yang diperoleh dari pembangkit yang dimonitoring *website*, hasil pengambilan data melalui *website* dapat dilihat pada gambar 4.26 dan 4.27



Gambar 4. 24 Monitoring data melalui *website*



Gambar 4. 25 Monitoring data melalui *website*



Gambar 4. 26 Pembangkit listrik tenaga angin secara keseluruhan

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data-data yang diperoleh dalam pengujian proyek akhir ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Generator DC pada PLTA dapat mengubah energi mekanik pada angin sehingga menjadi energi listrik dan menghasilkan tegangan keluaran DC, yang kemudian mengisi baterai dengan tegangan yang stabil. Oleh karena itu diperlukan sebuah *buck boost converter* untuk menjaga tegangan beban dalam 15 volt, tegangan input minimum yang diperlukan untuk mendongkrak tegangan yang melintasi *buck boost converter* adalah 3 Volt, kemudian tegangan yang diperoleh dari *buck boost converter* stabil pada 15 Volt, yang mana dapat digunakan untuk mengisi baterai. Ketika tegangan pengisian sudah terpenuhi maka proses pengisian baterai dapat dilakukan dan ketika baterai sudah penuh pengisian akan otomatis terputus, pemutusan proses pengisian dilakukan dengan menggunakan *charger controller*.
2. Waktu yang diperlukan untuk melakukan proses pengisian baterai pada pembangkit listrik tenaga angin ini kurang lebih selama 12 jam dengan arus pengisian rata-rata sebesar 0,6 A. Sedangkan waktu yang diperlukan untuk melakukan pengosongan baterai dengan menggunakan beban berupa lampu DC 10 Watt kurang lebih selama 9 jam.
3. Daya maksimal yang dihasilkan oleh generator pada saat dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan dicapai ketika kecepatan angin di tempat pengambilan data berada pada kecepatan 9 m/s dengan tegangan keluaran yang dihasilkan oleh generator sebesar 7,89 Volt dan arus keluaran 0,84 A sehingga daya yang dihasilkan sebesar 6,73 Watt. Sedangkan daya minimal yang dicapai ketika kecepatan angin berada pada kisaran 2 m/s dengan daya yang dihasilkan sebesar 0,35 Watt.
4. Sistem monitoring pada pembangkit dengan menggunakan *website* berfungsi dengan baik sehingga data-data yang diperoleh dari pembangkit seperti tegangan

dan arus keluaran konverter *buck boost*, kecepatan angin, kapasitas baterai dan kontrol *off on* lampu dipantau melalui situs web secara berkala dengan akses internet yang dapat diakses melalui *web browser* dan tersimpan di *database*.

5.2 Saran

Berikut ini adalah beberapa saran untuk pembuatan proyek akhir kedepannya

1. Pemilihan tempat pengambilan data angin sebaiknya dilakukan dengan survei ke lapangan terlebih dahulu untuk mengetahui potensi angin di lapangan guna mempermudah dalam proses pengambilan data.
2. Penggunaan baterai dengan kapasitas baterai yang lebih besar serta generator yang mampu menghasilkan daya yang lebih besar agar proses pengisian baterai dapat cepat dilakukan dapat dilakukan dengan cepat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Aji, "Mengenal Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (Bagian 1)," 10 Januari 2017. [Online]. Available: <https://seword.com/techno/mengenal-pembangkit-listrik-tenaga-bayu-bagian-1>.
- [2] A. G. A. Mubarok, "Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik DC Tenaga Angin Berbasis Arduino," Universitas Negeri Jakarta, Jakarta, 2018.
- [3] Z. Hasan, "Sistem Off Grid Pembangkit Listrik Tenaga Angin Berbasis IOT (Internet Of Things)," Universitas Jember, Jawa Timur, 2019.
- [4] I. D. W. Hermanto, "Sistem Monitoring dan Pengukuran Pembangkit Listrik Surya dan Angin Berbasis Internet Of Things (IoT)," *Jurnal Teknik Elektro*, pp. 371-378, 2022.
- [5] R. Sumiati and A. Zamri, "Rancang Bangun Miniatur Turbin Angin Pembangkit Listrik untuk Media Pembelajaran," *Jurnal Teknik Mesin*, pp. 1-8, 2013.
- [6] A. Bachtiar and W. Hayyatul, "Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin PT Lentera Angin Nusantara (LAN) Ciheras," *Jurnal Teknik Elektro ITP*, pp. 35-45, 2018.
- [7] "Solar Charger Controller – Pengertian, Cara Kerja dan Fungsinya," 25 April 2021. [Online]. Available: <https://zona-teknikk001.blogspot.com/2021/04/solar-charger-controller-pengertian.html?m=1>.
- [8] "Interfacing / Programming Sensor Cahaya BH1750 dengan Arduino," 10 November 2019. [Online]. Available: <https://www.nn->

digital.com/blog/2019/11/10/interfacing-programming-sensor-cahaya-bh1750-dengan-arduino/.

- [9] A. Faudin, "Cara mengukur tegangan & arus DC menggunakan sensor INA219," 25 Agustus 2017. [Online]. Available: <https://www.nyebarilmu.com/cara-mengukur-tegangan-arus-dc-menggunakan-sensor-ina219/>. [Accessed 23 Juni 2022].
- [10] T. Setiadi, "Belajar Arduino untuk Pemula Lengkap Penjelasan Program," 22 Februari 2022. [Online]. Available: <http://sistem-komputer-s1.stekom.ac.id/informasi/baca/Belajar-Arduino-untuk-Pemula-Lengkap-Penjelasan-Program/dcc5f53d9ca4c21d6ff0315473f3221b0c55f110>.
- [11] "Mengenal Arduino : Pengertian, Sejarah, Kelebihan dan Jenis- Jenisnya," 7 Agustus 2018. [Online]. Available: <https://www.andalanelektro.id/2018/08/mengenal-arduino.html>. [Accessed 23 juni 2022].
- [12] "Penjelasan dan Cara Kerja Konsep Internet of Things," 21 April 2016. [Online]. Available: <https://mobnasesemka.com/internet-of-things/>. [Accessed 23 Juni 2022].
- [13] F. T. Nugroho, "Jenis-Jenis Angin Beserta Penjelasannya yang Perlu Diketahui," 26 Agustus 2021. [Online]. Available: <https://www.bola.com/ragam/read/4640923/jenis-jenis-angin-beserta-penjelasannya-yang-perlu-diketahui>. [Accessed 23 Juni 2022].
- [14] LabElektronika, "ARDUINO MEGA 2560 MIKROKONTROLER ATmega2560," 28 Februari 2017. [Online]. Available: <http://www.labelektronika.com/2017/02/arduino-mega-2560-mikrokontroler.html>. [Accessed 24 Juni 2022].

- [15] sinauarduino, "Mengenal Arduino Software (IDE)," 16 Maret 2016.
[Online]. Available: <https://www.sinauarduino.com/artikel/mengenal-arduino-software-ide/>. [Accessed 24 Juni 2022].
- [16] D. Oktariandi and R. Adrian, "MAXIMUM POWER POINT TRACKING (MPPT) UNTUK WINDTURBINE," Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Bangka, 2021.



LAMPIRAN 1
(RIWAYAT HIDUP PERORANGAN)



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Rendy Afreza
Tempat, Tanggal Lahir : Sungailiat, 11 Februari 2001
Alamat Rumah : Lingkungan Nelayan 2 Sungailiat
No. HP : 085764083526
Email : rendyafreza1990@gmail.com
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

- | | |
|---|------------------|
| 1. SD Negeri 6 Sungailiat | Lulus Tahun 2013 |
| 2. SMP Negeri 5 Sungailiat | Lulus Tahun 2016 |
| 3. SMK Yapensu Sungailiat | Lulus Tahun 2019 |
| 4. Potiteknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung | Lulus Tahun 2022 |

3. Pengalaman Kerja

PT DAK Selindung

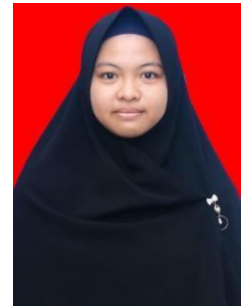
Sungailiat, 8 Agustus 2022

Rendy Afreza

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Annisa Ummihani
Tempat, Tanggal Lahir : Belinyu, 03 Agustus 2001
Alamat Rumah : Jl. Jendral Sudirman
No. HP : 085274826371
Email : annisaummihani27@gmail.com
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

- | | |
|---|------------------|
| 1. SD Negeri 9 Belinyu | Lulus Tahun 2013 |
| 2. SMP Negeri 1 Belinyu | Lulus Tahun 2016 |
| 3. SMA Negeri 1 Belinyu | Lulus Tahun 2019 |
| 4. Potiteknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung | Lulus Tahun 2022 |

3. Pengalaman Kerja

PT PLN (PERSERO) Unit Layanan Pelanggan Sungailiat

Sungailiat, 8 Agustus 2022

Annisa Ummihani

LAMPIRAN 2
(KODE PEMPROGRAMAN)



Kode Program Sistem pada Arduino Mega 2560

```
#include <Wire.h>

#include <BH1750.h>

#include <Adafruit_INA219.h>

#include <Arduino_JSON.h>

#include <LiquidCrystal_I2C.h>

BH1750 lightMeter;

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

const int INA_addr_sblm_bc = 0x40; //A0 & A1 tidak dihubung (GND Semua)
Adafruit_INA219 ina219_sblm_bc(INA_addr_sblm_bc);

const int INA_addr_sblm_aki = 0x41; //A0 (VS) & A1 (GND)
Adafruit_INA219 ina219_sblm_aki(INA_addr_sblm_aki);

const int INA_addr_stlh_aki = 0x44; //A0 (GND) & A1 (VS)
Adafruit_INA219 ina219_stlh_aki(INA_addr_stlh_aki);

float v_sblm_bc = 0;

float v_sblm_aki = 0;

float v_stlh_aki = 0;
```

```
float i_sblm_bc = 0; //Diukur menggunakan MiliAmpere
```

```
float i_sblm_aki = 0;
```

```
float i_stlh_aki = 0;
```

```
float daya_aki = 0;
```

```
float lux = 0;
```

```
volatile byte half_revolutions;
```

```
unsigned int rpmku;
```

```
unsigned long timeold;
```

```
int kalibrasi;
```

```
unsigned long waktuAwal = millis();
```

```
unsigned long waktuAkhir = millis();
```

```
long durasi = 3000;
```

```
unsigned long waktuAwalKirim = millis();
```

```
unsigned long waktuAkhirKirim = millis();
```

```
byte count_display = 0;
```

```
void setup() {  
  
  Serial.begin(9600);  
  
  Serial3.begin(115200);  
  
  
  ina219_sblm_bc.begin();  
  
  ina219_sblm_aki.begin();  
  
  ina219_stlh_aki.begin();  
  
  
  lightMeter.begin();  
  
  
  lcd.begin();  
  lcd.backlight();  
  lcd.clear();  
  
  attachInterrupt(0, rpm_fun, RISING); //Pin 2  
  
  half_revolutions = 0;  
  
  rpmku      = 0;  
  
  timeold    = 0;  
  
  kalibrasi  = 0;  
  
}
```

```
void loop() {  
  
    v_sblm_bc = ina219_sblm_bc.getBusVoltage_V();  
  
    v_sblm_aki = ina219_sblm_aki.getBusVoltage_V();  
  
    v_stlh_aki = ina219_stlh_aki.getBusVoltage_V();  
  
  
    i_sblm_bc = ina219_sblm_bc.getCurrent_mA();  
  
    i_sblm_aki = ina219_sblm_aki.getCurrent_mA();  
  
    i_stlh_aki = ina219_stlh_aki.getCurrent_mA();  
  
  
    daya_aki = v_stlh_aki * i_stlh_aki;  
  
  
    lux = lightMeter.readLightLevel();  
  
  
    rpmku = 30*1000/(millis() - timeold)*half_revolutions;  
  
    timeold = millis();  
  
    half_revolutions = 0;  
  
  
    kalibrasi = (rpmku - 150)/109;  
  
  
    if((kalibrasi > 590)&&(kalibrasi < 605)){  
        kalibrasi = 0;  
    }  
}
```

```

String dataKirim = "*" +
    String(v_sblm_bc) + "," +
    String(v_sblm_aki) + "," +
    String(v_stlh_aki) + "," +
    String(i_sblm_bc) + "," +
    String(i_sblm_aki) + "," +
    String(i_stlh_aki) + "," +
    String(daya_aki) + "," +
    String(lux) + "," +
    String(kalibrasi) + "#";

waktuAwalKirim = millis();
if(waktuAwalKirim - waktuAkhirKirim >= 5000) {
    Serial3.println(dataKirim);
    waktuAkhirKirim = waktuAwalKirim;
}

```

```
tampilkanLCD(count_display);
```

```

waktuAwal = millis();
if(waktuAwal - waktuAkhir >= durasi) {

```

```
count_display++;  
  
if(count_display > 4) count_display = 0;  
  
count_display = constrain(count_display, 0, 4);  
  
waktuAakhir = waktuAwal;  
  
}
```

```
Serial.println(dataKirim);  
  
}
```

```
void rpm_fun(){  
    half_revolutions++;  
}
```

```
void tampilkanLCD(byte x) {  
    switch(x) {  
        case 0 :  
            lcd.setCursor(0,0);  
            lcd.print(F("Monitoring PLTB"));  
  
            lcd.setCursor(0,1);  
            lcd.print(F("VBCi:"));  
            lcd.print(v_sblm_bc);
```



```
lcd.print(F(" V"));
```

```
break;
```

case 1 :

```
lcd.setCursor(0,0);
```

```
lcd.print(F("VAKi:"));
```

```
lcd.print(v_sblm_aki);
```

```
lcd.print(F(" V"));
```

```
lcd.setCursor(0,1);
```

```
lcd.print(F("VAKo:"));
```

```
lcd.print(v_stlh_aki);
```

```
lcd.print(F(" V"));
```

```
break;
```

case 2 :

```
lcd.setCursor(0,0);
```

```
lcd.print(F("IBCi:"));
```

```
lcd.print(i_sblm_bc);
```

```
lcd.print(F(" A"));
```

```
lcd.setCursor(0,1);
```

```
lcd.print(F("IAKi:"));  
lcd.print(i_sblm_aki);  
lcd.print(F(" A"));  
break;
```

case 3 :

```
lcd.setCursor(0,0);  
lcd.print(F("IAKo:"));  
lcd.print(i_stlh_aki);  
lcd.print(F(" A"));  
  
lcd.setCursor(0,1);  
lcd.print(F("Paki:"));  
lcd.print(daya_aki);  
lcd.print(F(" Wh"));  
break;
```

case 4 :

```
lcd.setCursor(0,0);  
lcd.print(F("Lux :"));  
lcd.print(lux);  
lcd.print(F(" lx"));
```

```
    lcd.setCursor(0,1);  
  
    lcd.print(F("RPMW:"));  
  
    lcd.print(kalibrasi);  
  
    lcd.print(F(" m/s"));  
  
    break;  
  
    }  
  
}
```

Kode Program Node MCU

```
#include <ESP8266WiFi.h>  
  
#include <ESP8266HTTPClient.h>  
  
#include <DNSServer.h>  
  
#include <ESP8266WebServer.h>  
  
#include <SoftwareSerial.h>  
  
#include <Arduino_JSON.h>  
  
#include <EEPROM.h>
```

```
SoftwareSerial arduino(D5, D6);
```

```
const char* ssid = "Astaghfirullah"; // router saya
```

```
const char* password = "kela luk";
```

```
String kode_api = "1005221431KRJGRBMGL";
```

```
String semuaData;
```

```
String pecahan[9];
```

```
int i;
```

```
boolean pecah = false;
```

```
String payload;
```

```
#define pinLampu LED_BUILTIN
```

```
#define pinLampu1 D2
```

```
byte ambil_data_lampu = 0;
```

```
int logic_lampu = 0;
```

```
byte data_lampu = 0;
```

```
byte last_data_lampu = 0;
```

```
byte addr_lampu = 0;
```

```
unsigned long previousMillis = 0;
```

```
unsigned long interval = 10000;
```

```
void setup() {
```

```
Serial.begin(9600);

arduino.begin(115200);

WiFi.begin(ssid, password);

// while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
//   delay(500);
//   Serial.print(".");
// }

Serial.println("");
Serial.println("WiFi connected");
Serial.println(WiFi.localIP());

EEPROM.begin(512);

pinMode(pinLampu, OUTPUT);
pinMode(pinLampu1, OUTPUT);
digitalWrite(pinLampu, HIGH); //OFF
digitalWrite(pinLampu1, HIGH); //OFF

semuaData = "";
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
  if(arduino.available()){
```

```
    char data = (char)arduino.read();
```

```
    semuaData += data;
```

```
    if(data == '\n') pecah = true;
```

```
  }
```

```
  if(pecah) {
```

```
    Serial.print(semuaData);
```

```
    pecahData();
```

```
    pecah = false;
```

```
    semuaData = "";
```

```
  }
```

```
  unsigned long currentMillis = millis();
```

```
  // if WiFi is down, try reconnecting every CHECK_WIFI_TIME seconds
```

```
  if ((WiFi.status() != WL_CONNECTED) && (currentMillis - previousMillis  
>=interval)) {
```

```
    Serial.print(millis());
```

```
    Serial.println("Reconnecting to WiFi...");
```

```
    WiFi.disconnect();
```

```
WiFi.begin(ssid, password);

Serial.println(WiFi.localIP());

//Alternatively, you can restart your board

//ESP.restart();

Serial.println(WiFi.RSSI());

previousMillis = currentMillis;

}

ambil_data_lampu = EEPROM.read(addr_lampu);
digitalWrite(pinLampu, ambil_data_lampu);
digitalWrite(pinLampu1, ambil_data_lampu);
//Serial.println(ambil_data_lampu);
}

void pecahData() {
  int j = 0;
  pecahan[j] = "";

  for(i = 1; i < semuaData.length(); i++) {
    if((semuaData[i] == '#') || (semuaData[i] == ',')) {
      j++;
      pecahan[j] = "";
    }
  }
}
```

```
}else{  
    pecahan[j] = pecahan[j] + semuaData[i];  
}  
}
```

```
JSONVar doc;
```

```
doc["api"] = String(kode_api);
```

```
doc["v_sblm_bc"] = pecahan[0];
```

```
doc["v_sblm_aki"] = pecahan[1];
```

```
doc["v_stlh_aki"] = pecahan[2];
```

```
doc["i_sblm_bc"] = pecahan[3];
```

```
doc["i_sblm_aki"] = pecahan[4];
```

```
doc["i_stlh_aki"] = pecahan[5];
```

```
doc["daya_aki"] = pecahan[6];
```

```
doc["lux"] = pecahan[7];
```

```
doc["kalibrasi"] = pecahan[8];
```

```
String dataKirim = JSON.stringify(doc);
```

```
Serial.println(dataKirim);
```



```
input_web(dataKirim);  
}
```

```
void input_web(String data) {  
    String url = "http://monitoringplta.000webhostapp.com/input.php";  
  
    if(WiFi.status() == WL_CONNECTED) {  
        HTTPClient http;  
        WiFiClient wf;  
        http.begin(url);  
        //http.begin(wf, url);  
        http.addHeader("Content-Type", "application/json");  
  
        int httpCode = http.POST(data);  
        Serial.println(httpCode);  
        if (httpCode > 0) {  
            payload = http.getString();  
            Serial.print(payload);  
            JSONVar objek = JSON.parse(payload);  
            //if (objek.hasOwnProperty("data_lampu")) data_lampu_str =  
            objek["data_lampu"];  
        }  
    }  
}
```

```
logic_lampu = objek["data_lampu"];

data_lampu = (byte)logic_lampu;

Serial.print(objek["data_lampu"]);

Serial.print(" , ");

Serial.print(logic_lampu);

Serial.print(" , ");

Serial.println(data_lampu);

if(data_lampu != last_data_lampu) {
  EEPROM.write(addr_lampu, data_lampu);
  EEPROM.commit();
  last_data_lampu = data_lampu;
}
}

http.end();

}
```