

# PROPOSAL TUGAS AKHIR

## RANCANG BANGUN ALAT MONITORING INTENSITAS CAHAYA MATAHARI DAN KECEPATAN ANGIN PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HYBRID (PLTB DAN PLTS) BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO

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

Disusun Oleh:

**KHAIRIL HAMSAH**  
1907220097



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2023**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Khairil Hamsah  
NPM : 1907220097  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat Monitoring Intensitas Cahaya Matahari  
dan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Hybrid  
(PLTS dan PLTB) Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno  
Bidang ilmu : Sistem Kontrol

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

Medan, 26 April 2024

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



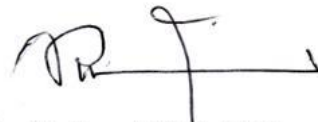
Ir. Abdul Azis Hutasuht, M.M

Dosen Pembimbing I / Penguji



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

Dosen Pembimbing II / Penguji



Rimbawati S.T., M.T.

Program Studi Teknik Elektro



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

## LEMBAR PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa skripsi yang berjudul di bawah ini:

**RANCANG BANGUN ALAT MONITORING INTENSITAS CAHAYA MATAHARI DAN KECEPATAN ANGIN PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HYBIRD(PLTS DAN PLTB) BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO**

Ditulis oleh Mahasiswa/i yang bernama:

Khairil Hamsah

(NPM: 1907220097)

untuk kemudian disebut sebagai Pihak ke-1,

adalah benar merupakan sebagian hasil dari penelitian Dosen yang melibatkan Mahasiswa/i (Pihak ke-1) di bawah ini:

Judul penelitian	: Rancang Bangun Alat Monitoring Intensitas Cahaya Matahari dan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Hybrid (PLTS dan PLTB) Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno	
Nama dosen	: Ir.Abdul Azis Hutasuhut, M.M.	
Jenis penelitian	: Dikti; UMSU; Mandiri; Hibah lainnya.	(coret yang tidak perlu)
Nomor kontrak	: .....	(tidak diisi untuk Penelitian Mandiri)

untuk kemudian disebut sebagai Pihak ke-2.

Untuk itu Pihak ke-2 berhak mempublikasikan isi Skripsi seluruhnya tanpa harus meminta izin dari Pihak ke-1. Sedangkan Pihak ke-1 wajib meminta izin terlebih dahulu kepada Pihak ke-2 bila ingin mempublikasikan isi Skripsi ini.

Demikian Surat Pernyataan dan Persetujuan ini dibuat dengan sebenarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Medan, 26 April 2024

Yang membuat pernyataan dan persetujuan:

Pihak ke-2 (Dosen)



(Ir.Abdul Azis Hutasuhut, M.M.)

Pihak ke-1 (Mahasiswa)



(Khairil Hamsah)  
(1907220097)

Diketahui oleh :  
Ketua Program Studi Teknik Elektro



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

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Khairil Hamsah  
Tempat /Tanggal Lahir : Medan, 21 Desember 2001  
NPM :1907220022  
Fakultas :Teknik  
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

**“Rancang Bangun Alat Monitoring Intensitas Cahaya Matahari dan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Hybrid (PLTS dan PLTB) Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno”**,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan 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 Tim 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, 26 April 2024  
Saya yang menyatakan,



Khairil Hamsah

## ABSTRAK

Teknologi telah membuat kualitas kehidupan manusia semakin tinggi. Ada banyak macam teknologi pada saat ini, mulai dari robotika berbasis arduino, esp dengan IoT nya dan AT. Untuk pengukuran kecepatan angin dan suhu menggunakan mikrokontroller arduino uno sangat jarang digunakan, kebanyakan orang lebih memilih untuk menggunakan alat yang dibeli langsung ke toko – toko penjualan alat ukur agar lebih cepat dan mudah. Namun tidak menutup kemungkinan alat ukur yang dibuat menggunakan mikrokontroller arduino dapat menghasilkan pembacaan yang tingkat presentasenya mendekati 100% dengan alat ukur yang ada pada umumnya. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat alat monitoring intensitas cahaya matahari dan pembaca kecepatan angin berbasis mikrokontroller arduino. Perancangan alat dilakukan diawali dengan membuat rangkaian alat sebagai acuan pembuatan alat. Dimana perancangan ini menggunakan sensor LDR sebagai pembaca intensitas cahaya matahari dan sensor kecepatan angin. Dilengkapi dengan LCD sebagai tampilan hasil bacaan pada masing – masing sensor. Setelah melakukan analisis tingkat akurasi dan margin error alat, sensor LDR memiliki tingkat margin error yang tinggi. Hasil bacaan sensor LDR berbeda jauh dengan hasil bacaan lux meter standart. Dimana tingkat error sensor LDR dibandingkan hasil bacaan lux meter standart adalah sebesar 41%, angka ini merupakan relatif tinggi sehingga sensor LDR kurang cocok untuk menjadi acuan pengukuran intensitas cahaya matahari. Sensor kecepatan angin yang dibuat sangat efektif karena memiliki tingkat error yang sangat rendah. Hasil bacaan pada sensor kecepatan angin ini tidak berbanding jauh dengan alat anemometer. Dimana tingkat error sensor ini hanya diangka 7%.

**Kata Kunci :** Mikrokontroller, Arduino, Cahaya Matahari, Kecepatan Angin.

## **ABSTRACT**

*Technology has made the quality of human life higher. There are many kinds of technology today, starting from Arduino-based robotics, ESP with IoT and AT. For measuring wind speed and temperature using the Arduino Uno microcontroller it is very rarely used, most people prefer to use tools purchased directly from shops selling measuring instruments to make it quicker and easier. However, it does not rule out the possibility that measuring instruments made using an Arduino microcontroller can produce readings whose percentage level is close to 100% with existing measuring instruments in general. This research aims to design and create a solar light intensity monitoring tool and wind speed reader based on an Arduino microcontroller. Tool design begins with making a series of tools as a reference for making tools. This design uses an LDR sensor as a reader of sunlight intensity and a wind speed sensor. Equipped with an LCD to display the reading results on each sensor. After analyzing the level of accuracy and margin of error for the tool, the LDR sensor has a high margin of error. The results of the LDR sensor readings are very different from the results of standard lux meter readings. Where the LDR sensor error rate compared to standard lux meter readings is 41%, this figure is relatively high so the LDR sensor is not suitable as a reference for measuring sunlight intensity. The wind speed sensor made is very effective because it has a very low error rate. The reading results on this wind speed sensor are not much different from those of an anemometer. Where the error rate for this sensor is only 7%.*

**Keywords :** *Microcontroller, Arduino, Sunlight, Wind Speed.*

## KATA PENGANTAR



Dengan nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, Puji syukur kita ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia dan hidayah-Nya kepada kita semua sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Rancang Bangun Alat Monitoring Intensitas Cahaya Matahari Dan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Pltb Dan Plts) Berbasis Mikrokontroler Arduino”. Sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dalam kesempatan yang berbahagia ini, dengan segenap hati. Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah banyak memberikan motivasi kepada kami didalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, terutama kepada :

1. Kedua orang tua yang selalu mendo'akan dan memberikan kasih sayangnya yang tidak ternilai kepada kami semua sehingga kami dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
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 Affandi 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. Ibu Elvy Sahnur Nasution S.T., M.Pd., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Dosen Pembimbing yang senantiasa membimbing saya dalam penulisan laporan Tugas Akhir.
9. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Teman-teman seperjuangan Teknik Elektro Satu Angkatan.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa yang akan datang. Akhirnya kami mengharapkan semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi diri pribadi dan para pembaca terkhusus bagi dunia kontruksi Teknik Elektro serta kepada Allah SWT , kami serahkan segalanya demi tercapainya keberhasilan yang sepenuhnya.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, November 2023

Khairil Hamsah  
1907220097



## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>ix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	2
1.2. Rumusan masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1. Tinjauan Pustaka Relevan .....	4
2.2. PLTS .....	7
2.2.1. Pengukuran Intensitas Cahaya Matahari .....	14
2.3. PLTB .....	16
2.3.1. Konfigurasi PLTN .....	18
2.4. Mikrokontroler Arduino .....	18
2.5. Sensor .....	23
2.5.1. Anemometer Arduino .....	25
2.5.2. Sensor LDR .....	28
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>42</b>
3.1 Waktu dan Tempat.....	42
3.1.1 Waktu .....	42
3.1.2 Tabel Jadwal Penelitian.....	42
3.1.3 Tempat.....	42
3.2 Bahan dan alat .....	42
3.3 Konfigurasi Kerja PLTS dan PLTB .....	44

3.4 Bagan Alir.....	45
3.5 Diagram Blok Alat.....	46
3.6 Metode Analisis.....	46
2.5.2. Sensor LDR .....	47
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>54</b>
4.1 Proses Pembuatan Alat .....	54
4.1.1 Gambar Rangkaian Alat .....	55
4.1.2 Proses Pembuatan Alat .....	56
4.2 Proses Pengujian Alat.....	58
4.2.1 Pengujian Sensor Intensitas Cahaya.....	58
4.2.2 Pengujian Sensor Kecepatan Angin .....	59
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>60</b>
5.1 Kesimpulan.....	60
5.2 Saran .....	60
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>63</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rangkain PLTS .....	10
Gambar 2.2 Solar Cell.....	11
Gambar 2.3 Modul Monocrystline.....	12
Gambar 2.4 Modul polycrystline .....	13
Gambar 2.5 Modul Thinfilm .....	13
Gambar 2.6 PLTS Offgrid.....	14
Gambar 2.7 PLTS Ongrid .....	16
Gambar 2.8 Sistem PLTS Ongrid Conection .....	17
Gambar 2.9 Konfigurasi Grid Sistem.....	17
Gambar 2.10 Turbin Angin .....	19
Gambar 2.11 Skema Aliran Konversi Angin .....	21
Gambar 2.12 Turbin Angin Horizontal.....	22
Gambar 2.13 Turbin Vertikal .....	24
Gambar 2.14 Skema PLTB.....	25
Gambar 2.15 AVR ATmega.....	26
Gambar 2.16 Konfigurasi ATmega8535 .....	28
Gambar 2.17 Arduino Uno .....	30
Gambar 2.18 Tampilan Program Arduino .....	33
Gambar 2.19 Macam-Macam Sensor .....	34
Gambar 2.20 Tanggapan Non Linear dan Linear.....	36
Gambar 2.21 Waktu Respon Sensor.....	37
Gambar 2.22 Anemometer Mangkok.....	38
Gambar 2.23 Anemometer Kipas .....	39
Gambar 2.24 Sensor LDR .....	41
Gambar 3.1 Anemometer .....	43
Gambar 3.2 Sensor LDR.....	43
Gambar 3.3 LCD .....	44
Gambar 3.4 Arduino Uno .....	44
Gambar 3.5 RTC DS3231 .....	45
Gambar 3.6 Konfigurasi Sistem PLTH.....	46

<b>Gambar 3.7 Bagan Aliran Penelitian.....</b>	<b>47</b>
<b>Gambar 3.8 Bagan Perancangan Alat.....</b>	<b>48</b>
<b>Gambar 3.9 Rangkaian Alat.....</b>	<b>49</b>
<b>Gambar 3.10 Jumper LCD Arduino .....</b>	<b>50</b>
<b>Gambar 3.11 Sensor LDR Ke Arduino .....</b>	<b>51</b>
<b>Gambar 3.12 Kecepatan Angin Ke Arduino.....</b>	<b>51</b>
<b>Gambar 3.13 Peletakan Alat pada Box .....</b>	<b>52</b>
<b>Gambar 3.14 Input Program 1.....</b>	<b>52</b>
<b>Gambar 3.15 Input Program 2.....</b>	<b>53</b>
<b>Gambar 4.1 Penggunaan Lux Meter .....</b>	<b>54</b>
<b>Gambar 4.2 Perbandingan Hasil Bacaan Intensitas Cahaya Matahari ....</b>	<b>55</b>
<b>Gambar 4.3 Tampilan Hasil Bacaan Cahaya dan Angin pada alat.....</b>	<b>57</b>
<b>Gambar 4.4 Perbandingan Hasil Bacaan Kecepatan angin .....</b>	<b>58</b>

## **DAFTAR TABEL**

<b>Tabel 2.1 Indeks Board Arduino .....</b>	<b>29</b>
<b>Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....</b>	<b>42</b>
<b>Tabel 4.1 Pengambilan Data Intensitas Cahaya Matahari .....</b>	<b>55</b>
<b>Tabel 4.2 Margin Error Alat.....</b>	<b>56</b>
<b>Tabel 4.3 Pengambilan Data Kecepatan Angin.....</b>	<b>57</b>

## **BA1B 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Teknologi telah membuat kualitas kehidupan manusia semakin tinggi. Dimana perkembangan teknologi robotika tersebut telah mampu meningkatkan kualitas maupun kuantitas produksi berbagai pabrik, keamanan dan permainan. Dengan perkembangan robot yang kian pesat di dunia, dapat dijadikan alternatif lain untuk menggantikan peran manusia yang memiliki keterbatasan, misalnya untuk pekerjaan yang memerlukan ketelitian tinggi pada bidang perindustrian, melakukan pekerjaan dengan resiko bahaya yang tinggi ataupun melakukan pekerjaan yang membutuhkan tenaga besar dan sebagainya. Teknologi robotika juga telah menjangkau sisi hiburan dan pendidikan bagi manusia. Teknologi sistem kendali dengan piranti mikrokontroler telah berkembang menjadi salah satu sistem kontrol kendali cerdas yang dapat digunakan untuk aplikasi dalam bidang robotika. Teknologi sering kali digunakan sebagai alat untuk memaksimalkan energi, Energi merupakan salah satu kebutuhan vital dalam kehidupan sehari-hari, mulai dari perkotaan sampai ke pedesaan. (Rimbawati, 2023)

Sekarang ini kehidupan manusia tidak lepas dari kemajuan teknologi mengingat zaman sudah berkembang pesat. Keberadaan teknologi telah mempengaruhi masyarakat dan lingkungan disekitarnya seiring dengan perkembangan zaman. Dimana dengan teknologi mampu membantu dalam berbagai hal, seperti membantu memperbaiki ekonomi. Menurut KBBI kata teknologi mengandung arti metode ilmiah untuk mencapai tujuan praktis, ilmu pengetahuan terapan atau keseluruhan sarana untuk menyediakan barang – barang yang diperlukan bagi kelangsungan dan kenyamanan hidup manusia. Dikutip dari *Encyclopedia Britania* (2015), teknologi merupakan penerapan pengetahuan ilmiah yang untuk tujuan praktis dalam kehidupan manusia atau pada perubahan dan manipulasi lingkungan manusia.

Ada banyak macam teknologi pada saat ini, mulai dari robotika berbasis arduino, esp dengan IoT nya dan AT. Mikrokontroler Arduino sangat banyak

digunakan diberbagai alat berbasis mikrokontroller, Mikrokontroller juga biasanya dikombinasikan dengan berbagai sensor untuk membantu mendeteksi sesuatu yang ingin diprogram. Salah satu contohnya adalah alat ukur kecepatan angin dan suhu pada pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB). Pada saat ini pengukuran kecepatan angin dilakukan menggunakan alat ukur yang dibeli secara instan, namun kerap kali alat ukur yang digunakan memakan biaya yang tinggi sehingga diluar dari jangkauan apalagi untuk mahasiswa yang ingin melakukan penelitian tugas akhir.

Untuk pengukuran kecepatan angin dan suhu menggunakan mikrokontroller arduino uno sangat jarang digunakan, kebanyakan orang lebih memilih untuk menggunakan alat yang dibeli langsung ke toko – toko penjualan alat ukur agar lebih cepat dan mudah. Namun tidak menutup kemungkinan alat ukur yang dibuat menggunakan mikrokontroller arduino dapat menghasilkan pembacaan yang tingkat presentasinya mendekati 100% dengan alat ukur yang ada pada umumnya. Apabila hal ini dapat diwujudkan maka biaya yang akan dikeluarkan pada alat ukur yang dibeli secara instan akan sedikit berkurang karena bahan – bahan yang digunakan untuk pembuatan alat ukur suhu dan kecepatan angin dengan mikrokontroller arduino uno ini relatif murah.

Untuk memecahkan masalah tersebut, maka dari itu penulis mengangkat judul “Alat Monitoring Intensitas Cahaya Matahari Dan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Pltb Dan Plts) Berbasis Mikrokontroller Arduino” yang memanfaatkan teknologi mikrokontroller Arduino Uno. Diharapkan nantinya alat ini dapat menjadi alat yang efektif dan efisien dalam mengukur suhu dan kecepatan angin.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah yang diambil pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana rancangan Alat Monitoring Intensitas Cahaya Matahari Dan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Pltb Dan Plts) Berbasis Mikrokontroller Arduino?

2. Bagaimana tahapan pembuatan Alat Monitoring Intensitas Cahaya Matahari Dan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Pltb Dan Plts) Berbasis Mikrokontroller Arduino?
3. Apakah Alat Monitoring Intensitas Cahaya Matahari Dan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Pltb Dan Plts) Berbasis Mikrokontroller Arduino ini efektif digunakan?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Merancang Alat Monitoring Intensitas Cahaya Matahari Dan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Pltb Dan Plts) Berbasis Mikrokontroller Arduino
2. Membuat Alat Monitoring Intensitas Cahaya Matahari Dan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Pltb Dan Plts) Berbasis Mikrokontroller Arduino
3. Menguji tingkat efektifitas Alat Monitoring Intensitas Cahaya Matahari Dan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Pltb Dan Plts) Berbasis Mikrokontroller Arduino

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Memberikan pengetahuan dan informasi bagi penulis tentang alat monitoring PLT Hybrid PLTS dan PLTB
2. Menjadi bahan perbandingan terhadap masyarakat yang mempunyai pembangkit listrik tenaga surya dan angin sebagai alat kontrol yang lebih efisien dan efektif
3. Menjadi referensi penelitian bagi peneliti dan mahasiswa pada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara



## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Tujuan Penelitian**

Alat yang mendeteksi kecepatan angin dan intensitas cahaya matahari sekaligus belum banyak ditemukan dipasaran ataupun penelitian – penelitian yang dihasilkan mahasiswa ataupun peneliti lainnya. Namun alat yang biasanya dibuat dan tersedia adalah terpisah yaitu intensitas cahaya matahari dan kecepatan angin. Namun pada penelitian ini mengkombinasikan kedua alat ukur menjadi satu alat ukur dengan 2 output. Adapun penelitian yang sudah pernah dilakukan menyerupai penelitian ini adalah sebagai berikut :

Windsock merupakan alat manual yang digunakan sebagai penanda arah angin dan kecepatan angin diarea Bandara. Mengetahui secara detail informasi kecepatan dan arah angin akan sangat membantu dalam proses take-off dan landing pesawat terbang. Model alat ukur kecepatan dan arah angin yang dirancang terdiri dari satu rangkaian sensor cahaya untuk mengukur kecepatan angin dan delapan rangkaian sensor cahaya untuk menentukan arah angin. Dari hasil pengujian terhadap model alat yang dibuat di dapat tingkat akurasi pengujian sebesar 97,78% untuk diareal lapangan terbuka, 97,97% untuk di area pantai dan 98,40% untuk di area ketinggian. Sedangkan hasil dari pengujian arah angin dapat digunakan untuk menentukan delapan arah mata angin sesuai dengan posisi sumber angin terhadap alat penelitian. (Haerudin & Yulianti, 2021)

Kebutuhan pencahayaan setiap ruangan terkadang berbeda, semuanya tergantung dan disesuaikan dengan kegiatan yang dilakukan. Beberapa penyelidikan mengenai hubungan antara produktivitas dengan pencahayaan telah memperlihatkan, bahwa pencahayaan yang cukup dan diatur sesuai dengan jenis pekerjaan dapat menghasilkan produksi maksimal dan penekanan biaya. Pencahayaan yang baik yaitu pencahayaan yang memungkinkan kita dapat melihat obyek dengan jelas. Maka dari itu dibutuhkanlah suatu perangkat pengukur intensitas cahaya. Untuk merealisasikan rancangan perangkat pengukur intensitas cahaya, dalam penelitian ini dibuatlah suatu perangkat alat ukur intensitas cahaya menggunakan sensor intensitas cahaya digital GY 302 untuk

cahaya yang diterima akan diolah oleh arduino untuk ditampilkan di LCD 16x2. Pengukuran intensitas cahaya di suatu ruangan dapat dilakukan menggunakan alat ini sehingga dapat diketahui pemenuhan standar intensitas cahaya suatu ruangan. (Haerudin & Yulianti, 2021)

Matahari merupakan sumber energi utama yang memancarkan energi yang luar

biasa besarnya ke permukaan bumi. Pada keadaan cuaca cerah, permukaan bumi menerima sekitar 1000 watt energi matahari per-meter persegi. Sebagian dari energi tersebut dipantulkan kembali ke angkasa, sebagian lagi dikonversikan menjadi panas, yang lainnya digunakan untuk seluruh sirkulasi kerja yang terdapat di atas permukaan bumi, sebagian kecil ditampung angin, gelombang dan arus dan masih ada bagian yang sangat kecil disimpan melalui proses fotosintesis dalam tumbuh-tumbuhan yang akhirnya digunakan dalam proses pembentukan batu bara dan minyak bumi. Sehingga, bisa dikatakan bahwa sumber segala energi adalah energi matahari. Solar sel atau Fotovoltaik merupakan sebuah devais semikonduktor yang memiliki permukaan yang luas dan terdiri dari rangkaian dioda tipe p dan n terbuat dari potongan silikon yang sangat kecil dengan dilapisi bahan kimia khusus untuk membentuk dasar dari sel surya yang mampu merubah energi sinar matahari menjadi energi listrik. Maka pada penelitian ini dirancang sebuah alat ukur daya sinar matahari yang menggunakan sumber dari mini solar sel dengan menggunakan kontrol dari mikrokontroler arduino uno. Pada sistem ini digunakan rangkaian op-amp IC TL082 dengan nilai resistor R1 sebesar 100  $\Omega$ , R2 sebesar 12 k $\Omega$  dan R3 sebesar 15 k $\Omega$  dengan penguatan sebesar 1,8 V. Nilai standar deviasi yang tinggi menunjukkan bahwa alat ukur daya sinar matahari mempunyai ketelitian yang rendah, dan jika nilai standar deviasi rendah maka alat ukur daya sinar matahari mempunyai tingkat ketelitian yang tinggi. Intensitas daya maksimal sinar matahari yang terukur pada saat tengah hari jam 12.00 WIB sebesar 1000 Watt/m<sup>2</sup>. Tegangan maksimal alat ukur pada saat tengah hari jam 12.00 WIB sebesar 4,34 V. Arus maksimal alat ukur pada saat tengah hari jam 12.00 WIB sebesar 40 mA. (Putra, 2016)

Pada penelitian initelah dilakukan pembuatan alat pengukur kecepatan angin berbasis mikrokontroler ATmega328P. Alat ini dirancang agar dapat merekam

data kecepatan angin secara real time dan hasilnya disimpan pada kartu memori. Sistem dibuat menggunakan modul board Arduino Uno R3, optocoupler, modul Real Time Clock (RTC), Secure Digital Card (SD Card), dan Liquid Crystal Display (LCD). Sensor kecepatan angin dibangun dari baling-baling tipe 3cup dan piringan bercelah dengan 100 celah. Pengujian dilakukan dengan membandingkannya dengan alat standar yaitu AWS (Automatic Weather Station) milik Balai Pengamatan Antariksa dan Atmosfer Pontianak – Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN). Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat dapat mengukur kecepatan angin secara real time setiap 1 menit dengan error rata-rata sebesar 3,6%. (Prabowo et al., 2018)

Simulasi umumnya digunakan untuk menyajikan dan sebagai tahap awal menerapkan sistem yang sederhana atau kompleks. Simulasi ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah rangkaian berjalan sesuai keinginan perancang. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang alat pengukur intensitas cahaya dengan menggunakan lima sensor LDR (Light Dependent Resistor) dan Arduino Uno dengan IC Atmega 328p. Software simulasi menggunakan PROTEUS v8.0 SPO, Proteus digunakan karena kelebihanannya : Interaktif, mudah digunakan, dan komponen elektronika yang lengkap seperti memiliki komponen aktif (Transistor MOSFET, IC, dioda, IGBT, BJT, dll) dan komponen pasif seperti capsitor, resistor, sensor dari berbagai vendor, pin input dan output, serta dilengkapi dengan dua mode yaitu ISIS yang berisi mode SPICE dan ARES yaitu PCB loader. Rangkaian sistem yang dirancang terdiri dari 3 komponen utama, yaitu: 1) sensor LDR sebagai komponen masukan; 2) perancangan alat pengolahan data masukan; 3) LCD I2C 16x2 sebagai tampilan keluaran hasil pengolahan data masukan oleh mikrokontroler Arduino Uno. (Wijayanti et al., 2015)

Angin adalah gerak udara yang sejajar dengan permukaan bumi, dimana angin memiliki arah dan kecepatan. Tujuan dari alat ini untuk memonitoring kecepatan dan arah angin menggunakan mikrokontroler arduino nano. Jenis anemometer yaitu anemometer mangkok 3 cup dengan sensor optocoupler dan sensor medan magnet. Pengambilan data menggunakan 3 kipas angin, jarak dan posisi tidak diatur karena diasumsikan angin pada ruang terbuka. Data yang diproses mikrokontroler arduino nano dan hasil pengukurannya berupa grafik kecepatan

angin, grafik arah angin dan diagram windrose (diagram potensi kecepatan dan arah angin) yang ditampilkan melalui laptop. Alat monitoring kecepatan angin dan arah angin menghasilkan kecepatan sebesar 0 m/s – 5,98 m/s, dan menghasilkan arah angin dari 0 – 360. Dilakukan pengukuran perbandingan dengan anemometer digital. Didapatkan nilai selisih pembacaan pengukuran rata-rata pada alat ukur kecepatan sebesar 3,5%. (Suwarti et al., 2017)

Kebutuhan pencahayaan setiap ruangan terkadang berbeda. Semuanya tergantung dan disesuaikan dengan kegiatan yang dilakukan. Beberapa penyelidikan mengenai hubungan antara produktivitas dengan pencahayaan telah memperlihatkan, bahwa pencahayaan yang cukup dan diatur sesuai dengan jenis pekerjaan dapat menghasilkan produksi maksimal dan penekanan biaya. Pencahayaan yang baik yaitu pencahayaan yang memungkinkan kita dapat melihat obyek yang dengan jelas. Maka dari itu dibutuhkanlah suatu perangkat pengukur intensitas cahaya. Untuk merealisasikan rancangan perangkat pengukur intensitas cahaya, dalam penelitian ini dibuatlah suatu perangkat alat ukur intensitas cahaya menggunakan sensor intensitas cahaya digital BH1750 untuk menerima cahaya, lalu cahaya yang diterima akan diolah oleh mikrokontroler untuk ditampilkan di LCD. Pengukuran intensitas cahaya di suatu ruangan dapat dilakukan menggunakan alat ini sehingga dapat diketahui pemenuhan standar intensitas cahaya suatu ruangan. Alat ini memiliki akurasi  $> 92\%$  dan alat ini memiliki harga yang lebih murah dibandingkan alat yang sudah ada. (PAMUNGKAS et al., 2015)

## **2.2. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)**

Pemanfaatan energi matahari sebagai sumber energi alternatif untuk mengatasi krisis energi, khususnya minyak bumi, yang terjadi sejak tahun 1970-an mendapat perhatian yang cukup besar dari banyak negara di dunia. Di samping jumlahnya yang tidak terbatas, pemanfaatannya juga tidak menimbulkan polusi yang dapat merusak lingkungan. Cahaya atau sinar matahari dapat dikonversi menjadi listrik dengan menggunakan teknologi sel surya atau fotovoltaik. Potensi energi surya di Indonesia sangat besar yakni sekitar 4.8 KWh/m<sup>2</sup> atau setara dengan 112.000 GWp, namun yang sudah dimanfaatkan baru sekitar 10 MWp.

Saat ini pemerintah telah mengeluarkan roadmap pemanfaatan energi surya yang menargetkan kapasitas PLTS terpasang hingga tahun 2025 adalah sebesar 0.87 GW atau sekitar 50 MWp/tahun. Jumlah ini merupakan gambaran potensi pasar yang cukup besar dalam pengembangan energi surya di masa datang (Purwoto, 2018). Untuk memberikan solusi terhadap masalah tersebut maka dapat dikembangkan sumber Energi Baru dan Terbarukan (EBT) yang ramah lingkungan sebagai alternatif mengurangi cost. (Rimbawati et al., 2021)

Komponen utama sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dengan menggunakan teknologi fotovoltaik adalah sel surya. Saat ini terdapat banyak teknologi pembuatan sel surya. Sel surya konvensional yang sudah komersil saat ini menggunakan teknologi wafer silikon kristalin yang proses produksinya cukup kompleks dan mahal. Secara umum, pembuatan sel surya konvensional diawali dengan proses pemurnian silika untuk menghasilkan silika solar grade (ingot), dilanjutkan dengan pemotongan silika menjadi wafer silika. Selanjutnya wafer silika diproses menjadi sel surya, kemudian sel-sel surya disusun membentuk modul surya. Tahap terakhir adalah mengintegrasikan modul surya dengan BOS (Balance of System) menjadi sistem PLTS. BOS adalah komponen pendukung yang digunakan dalam sistem PLTS seperti inverter, baterai, sistem kontrol, dan lain-lain. (Purwoto, 2018).

Saat ini pengembangan PLTS di Indonesia telah mempunyai basis yang cukup kuat dari aspek kebijakan. Namun pada tahap implementasi, potensi yang ada belum dimanfaatkan secara optimal. Secara teknologi, industri photovoltaic (PV) di Indonesia baru mampu melakukan pada tahap hilir, yaitu memproduksi modul surya dan mengintegrasikannya menjadi PLTS, sementara sel suryanya masih impor. Padahal sel surya adalah komponen utama dan yang paling mahal dalam sistem PLTS. Harga yang masih tinggi menjadi isu penting dalam perkembangan industri sel surya. Berbagai teknologi pembuatan sel surya terus diteliti dan dikembangkan dalam rangka upaya penurunan harga produksi sel surya agar mampu bersaing dengan sumber energi lain.

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dengan kapasitas tertentu dapat menghasilkan jumlah listrik yang berbeda-beda apabila ditempatkan pada daerah yang berlainan. Dari sudut pandang Lingkungan, PLTS merupakan energi

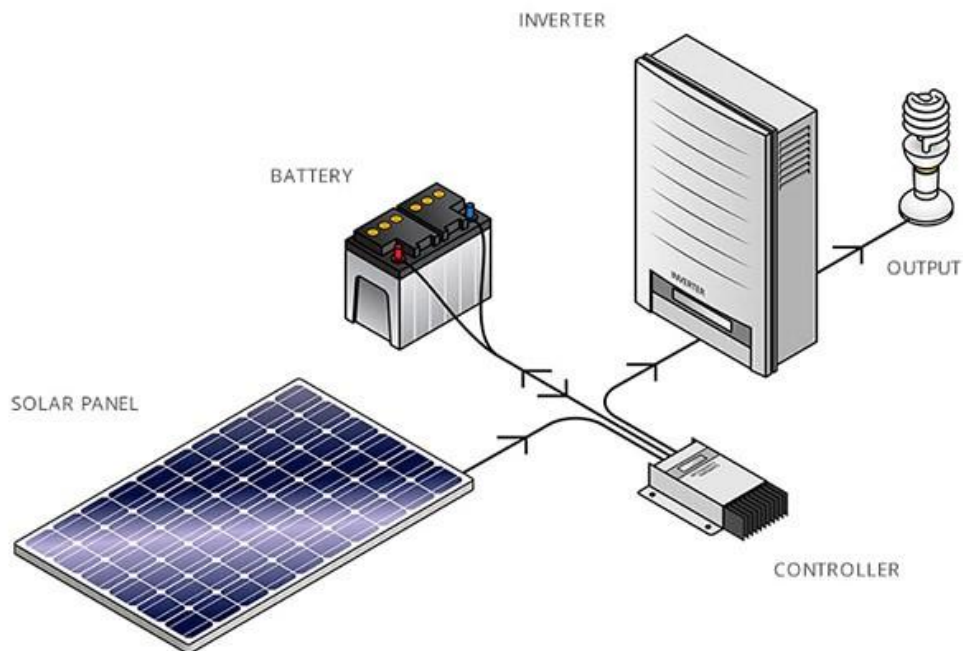
terbarukan yang tidak ada batasnya tidak akan krisis kelangkaan energi. Pada siang hari modul surya menerima cahaya matahari yang kemudian diubah menjadi listrik melalui proses fotovoltaik. Listrik yang dihasilkan oleh modul dapat langsung disalurkan ke beban ataupun disimpan didalam baterai sebelum digunakan ke beban lampu, radio, dan lain - lain. Pada malam hari, dimana modul surya tidak menghasilkan listrik, beban sepenuhnya dicatu oleh baterai. Apabila hari mendung, dimana modul surya menghasilkan listrik lebih rendah dibandingkan pada saat matahari benderang.

PLTS juga merupakan energi yang ramah lingkungan hal ini dikarenakan PLTS tidak memancarkan emisi karbon berbahaya yang berkontribusi terhadap perubahan iklim seperti pada bahan bakar fosil. Kemudian PLTS juga mampu mengurangi 18 ton emisi gas rumah kaca dilingkungan setiap tahunnya. Sudut pandang ekonomi pun, PLTS memberikan manfaat yang dapat memberikan kepuasan bagi penggunanya, antara lain: energi matahari tidak perlu dibeli. Penggunaanya hanya membutuhkan biaya produksi pada awal saja, selanjutnya akan berjalan dengan sendirinya. Manfaat kedua adalah, bebas dari biaya perawatan. Kemudian, kantong hemat dikarenakan tidak memerlukan bahan bakar. Yang terakhir dari sudut pandang ekonomi adalah energi ini bersifat moduler yang artinya kapasitas listrik yang dihasilkan dapat sesuai dengan kebutuhan (Purwoto, 2018).

Mengingat rasio elektrifikasi di Indonesia baru mencapai 55-60% dan hampir seluruh daerah yang belum dialiri listrik adalah daerah pedesaan yang jauh dari pusat pembangkit listrik, maka PLTS yang dapat dibangun hampir di semua lokasi merupakan alternatif sangat tepat untuk dikembangkan. Dalam kurun waktu tahun 2005-2025, pemerintah telah merencanakan menyediakan 1 juta Solar Home System berkapasitas 50 Wp untuk masyarakat berpendapatan rendah serta 346,5 MWp PLTS hibrid untuk daerah terpencil. Hingga tahun 2025 pemerintah merencanakan akan ada sekitar 0,87 GW kapasitas PLTS terpasang. (Martawati, 2018)

Dengan asumsi penguasaan pasar hingga 50%, pasar energi surya di Indonesia sudah cukup besar untuk menyerap keluaran dari suatu pabrik sel surya berkapasitas hingga 25 MWp per tahun. Hal ini tentu merupakan peluang besar

bagi industri lokal untuk mengembangkan bisnisnya ke pabrikasi sel surya. (Evalina. N, 2021). PLTS memiliki rangkaian yang cukup sederhana sehingga memudahkan para penggunanya apabila terjadi kerusakan pada sistem rangkaian listrik. Rangkaian PLTS dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Rangkaian PLTS  
(Purwoto, 2018)

Dari gambar 2.1 dapat kita lihat panel surya sebagai alat yang menangkap cahaya matahari dan mengkonversikan menjadi energi listrik. Kemudian energi listrik disalurkan kepada solar charger controller (SCC), dimana alat ini dapat mengontrol pengisian dari PLTS ke baterai. Dari SCC energi listrik mengalir ke baterai untuk disimpan. Dikarenakan cahaya matahari tidak selalu bersinar selama 24 jam, maka energi harus disimpan ke baterai agar dapat digunakan ketika matahari sudah tidak bersinar. Arus dan tegangan yang dihasilkan oleh PLTS dan dialirkan ke baterai adalah jenis arus searah atau DC. Daya yang berada pada baterai apabila ingin digunakan ke beban harus melalui inverter, inverter berfungsi sebagai pengubah arus DC menjadi AC. Karena beban pada umumnya di Indonesia menggunakan arus AC sehingga harus menggunakan inverter untuk

mengubah terlebih dahulu arus yang dihasilkan PLTS agar dapat disalurkan ke beban.

*Solar cell* atau biasa disebut dengan panel surya adalah alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi listrik. Mereka disebut surya atau matahari atau “sol” karena matahari merupakan sumber cahaya yang dapat dimanfaatkan. Panel surya sering kali disebut sel photovoltaic, photovoltaic dapat diartikan sebagai “cahaya listrik”. Sel surya bergantung pada efek photovoltaic untuk menyerap energi (Martawati, 2018).



Gambar 2.2. Solar Cell

Energi surya yang dapat dibangkitkan untuk seluruh daratan Indonesia yang mempunyai luas 2 juta km<sup>2</sup> adalah sebesar 4,8 kWh/m<sup>2</sup> / hari atau setara dengan 112.000 GWp yang didistribusikan. Indonesia memanfaatkan baru sekitar 10 MWp, sehingga masih banyak dibutuhkan dan dibangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di wilayah Indonesia untuk dapat menghasilkan listrik. (Setiawan, 2018)

Pada umumnya, panel surya merupakan sebuah hamparan semi konduktor yang dapat menyerap photon dari sinar matahari dan mengubahnya menjadi listrik. Sel surya tersebut dari potongan silikon yang sangat kecil dengan dilapisi bahan kimia khusus untuk membentuk dasar dari sel surya. Sel surya pada umumnya memiliki ketebalan minimum 0,3 mm yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor dengan kutub positif dan negatif. Pada sel surya terdapat



sambungan (function) antara dua lapisan tipis yang terbuat dari bahan semikonduktor yang masing - masing yang diketahui sebagai semikonduktor jenis “P” (positif) dan semikonduktor jenis “N” (Negatif). Silikon jenis P merupakan lapisan permukaan yang dibuat sangat tipis supaya cahaya matahari dapat menembus langsung mencapai junction. Bagian P ini diberi lapisan nikel yang berbentuk cincin, sebagai terminal keluaran positif . Dibawah bagian P terdapat bagian jenis N yang dilapisi dengan nikel juga sebagai terminal keluaran negative (Ahmad Wahid, 2014).

Adapun jenis jenis dari Panel Surya adalah sebagai berikut :

a. Mono Kristal

Merupakan panel yang paling efisien yang dihasilkan dengan teknologi terkini & menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Memiliki efisiensi sampai dengan 15%. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya mataharianya kurang (teduh), efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan.



Gambar 2.3 Modul Monocrystalline

b. Poly Kristal

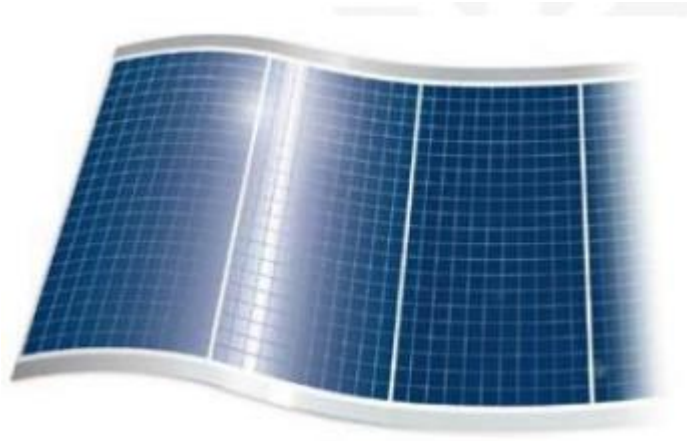
Merupakan Panel Surya yang memiliki susunan kristal acak karena dipabrikasi dengan proses pengecoran. Tipe ini memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis monokristal untuk menghasilkan daya listrik yang sama. Panel suraya jenis ini memiliki efisiensi lebih rendah dibandingkan tipe monokristal, sehingga memiliki harga yang cenderung lebih rendah.



Gambar 2.4 Modul Polycrystalline

c. Thin Film

Merupakan Panel Surya (dua lapisan) dengan struktur lapisan tipis mikrokrystal-silicon dan amorphous dengan efisiensi modul hingga 8.5% sehingga untuk luas permukaan yang diperlukan per watt daya yang dihasilkan lebih besar daripada monokristal & polykristal. Inovasi terbaru adalah Thin Film Triple Junction Photovoltaic (dengan tiga lapisan) dapat berfungsi sangat efisien dalam udara yang sangat berawan dan dapat menghasilkan daya listrik sampai 45% lebih tinggi dari panel jenis lain dengan daya yang ditera setara



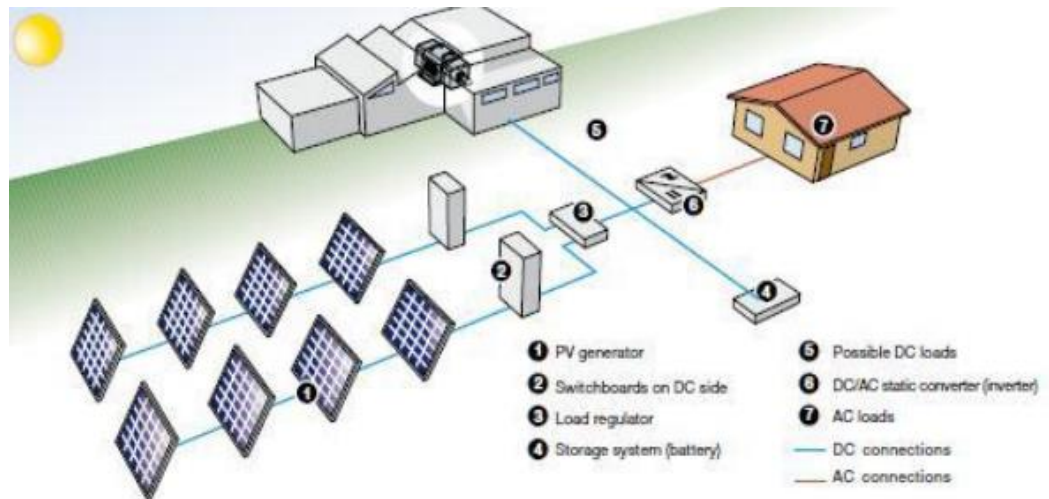
Gambar 2.5 Modul Thinfilm

### 2.2.1. Jenis Konfigurasi PLTS

Ada beberapa jenis konfigurasi PLTS antara lain :

#### A. PLTS Terpusat (Offgrid)

Stand alone PV system atau Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Terpusat (PLTS Terpusat) merupakan sistem pembangkit listrik alternatif untuk daerah-daerah terpencil/pedesaan yang tidak terjangkau oleh jaringan PLN. Sistem PLTS terpusat disebut juga Stand Alone PV System yaitu sistem pembangkit yang hanya mengandalkan energi matahari sebagai satu-satunya sumber energi utama dengan menggunakan rangkaian photovoltaic module untuk menghasilkan energi listrik sesuai kebutuhan. Secara umum konfigurasi PLTS sistem terpusat dapat dilihat seperti gambar



Gambar 2.6 PLTS Offgrid

Prinsip kerja PLTS sistem terpusat dapat diuraikan sebagai berikut:

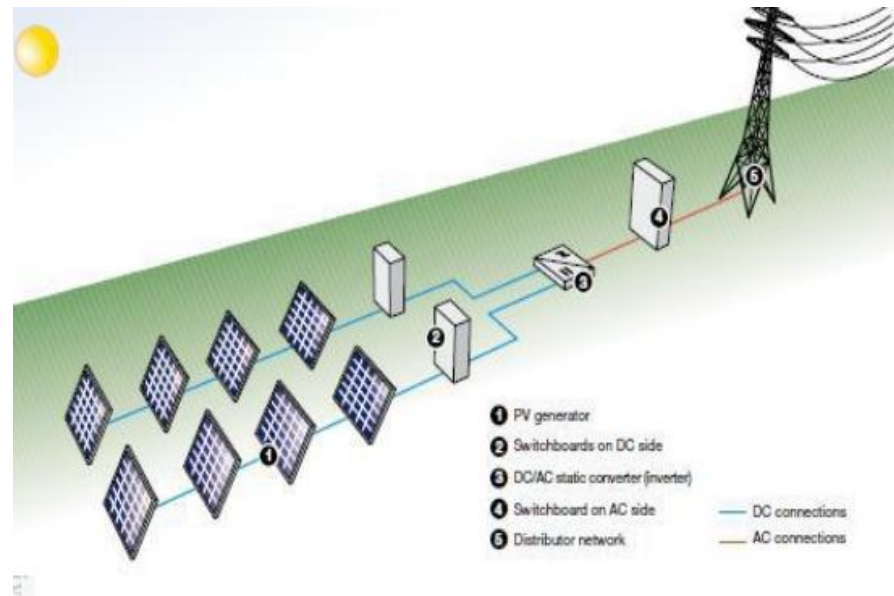
1. Sumber energi listrik yang dihasilkan oleh modul surya (PV) pada siang hari akan disimpan dalam baterai. Proses pengisian energi listrik dari PV ke baterai diatur oleh Solar Charge Controller agar tidak terjadi over charge. Besar energi yang dihasilkan oleh PV sangat tergantung kepada intensitas penyinaran matahari yang diterima oleh PV dan efisiensi cell. Intensitas matahari maksimum mencapai 1000 W/m<sup>2</sup>, dengan efisiensi cell 14% maka daya yang dapat dihasilkan oleh PV adalah sebesar 140 W/m<sup>2</sup>.
2. Selanjutnya energi yang tersimpan dalam baterai digunakan untuk menyuplai beban melalui inverter saat dibutuhkan. Inverter mengubah tegangan DC pada sisi baterai menjadi tegangan AC pada sisi beban

#### B. PLTS Terinterkoneksi (Ongrid)

Grid Connected PV System atau PLTS terinterkoneksi merupakan solusi Green Energi bagi penduduk perkotaan baik perumahan ataupun perkantoran. Sistem ini menggunakan modul surya (photovoltaic module) untuk menghasilkan listrik yang ramah lingkungan dan bebas emisi. Dengan adanya sistem ini akan mengurangi tagihan listrik rumah tangga, dan memberikan nilai tambah pada pemiliknya. Sesuai namanya, grid connected PV, maka sistem ini akan tetap berhubungan dengan jaringan

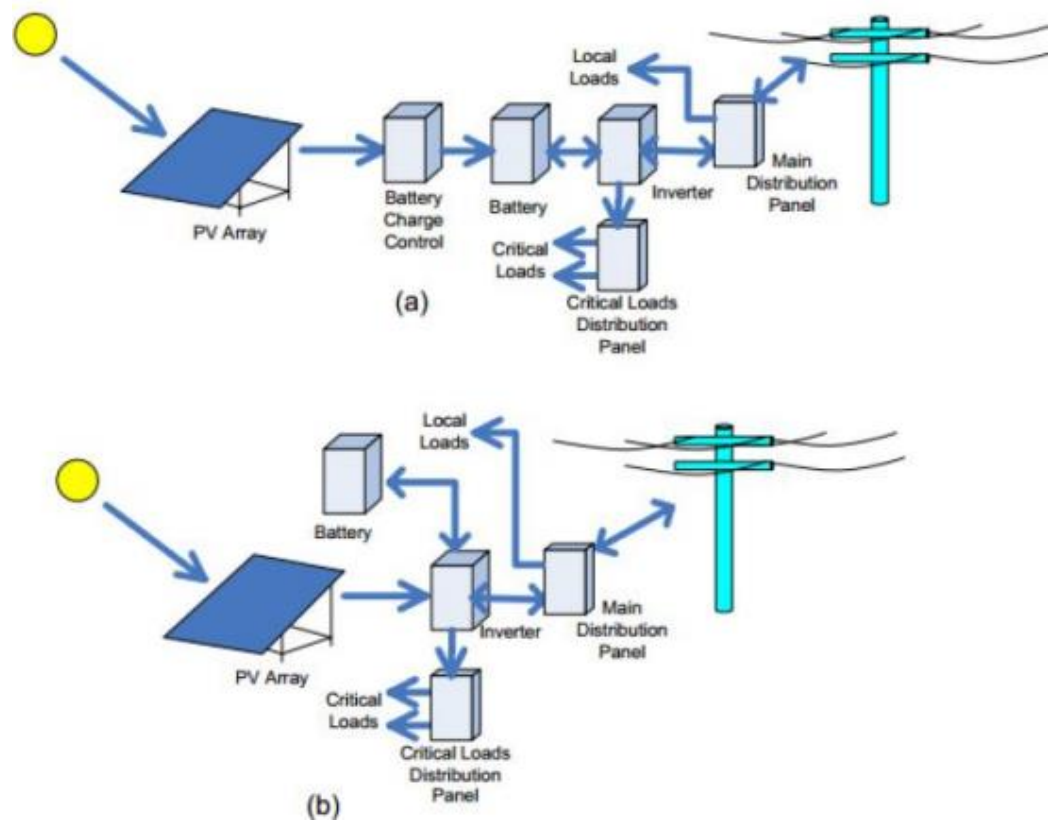
PLN dengan mengoptimalkan pemanfaatan energi PV untuk menghasilkan energi listrik semaksimal mungkin (ABB, 2010). Berdasarkan pola operasi sistem tenaga listrik ini dibagi menjadi dua yaitu, sistem dengan penyimpanan (storage) atau disebut Grid-connected PV with a battery back up, menggunakan baterai sebagai cadangan dan penyimpanan tenaga listrik dan tanpa baterai atau disebut Grid-connected PV without a battery back up. Baterai pada PLTS On-grid berfungsi sebagai suplai tenaga listrik untuk beban listrik apabila jaringan mengalami kegagalan untuk periode tertentu dan sebagai suplai tenaga listrik ke jaringan listrik negara (PLN) apabila ada kelebihan daya listrik (exces power) yang dibangkitkan PLTS. Berdasarkan aplikasinya sistem ini dibagi menjadi dua yaitu, Grid-connected distributed PV dan Grid-connected centralized PV. Prinsip kerja PLTS sistem on-grid dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Pada siang hari, modul surya yang terpasang akan mengkonversi sinar matahari menjadi energi listrik arus searah (DC). Selanjutnya sebuah komponen yang II-6 disebut grid inverter merubah listrik arus DC tersebut dari PV menjadi listrik arus bolak-balik (AC) yang kemudian dapat digunakan untuk mensuplai berbagai peralatan rumah tangga. Jadi pada siang hari, kebutuhan energi listrik berbagai peralatan disuplai langsung oleh modul surya. Jika pada kondisi ini terdapat kelebihan energi dari PV maka kelebihan energi ini dapat dijual ke PLN sesuai kebijakan.
2. Pada malam hari atau jika kondisi cuaca mendung maka peralatan akan disuplai oleh jaringan PLN. Hal ini dimungkinkan karena sistem ini tetap terkoneksi dengan jaringan PLN.

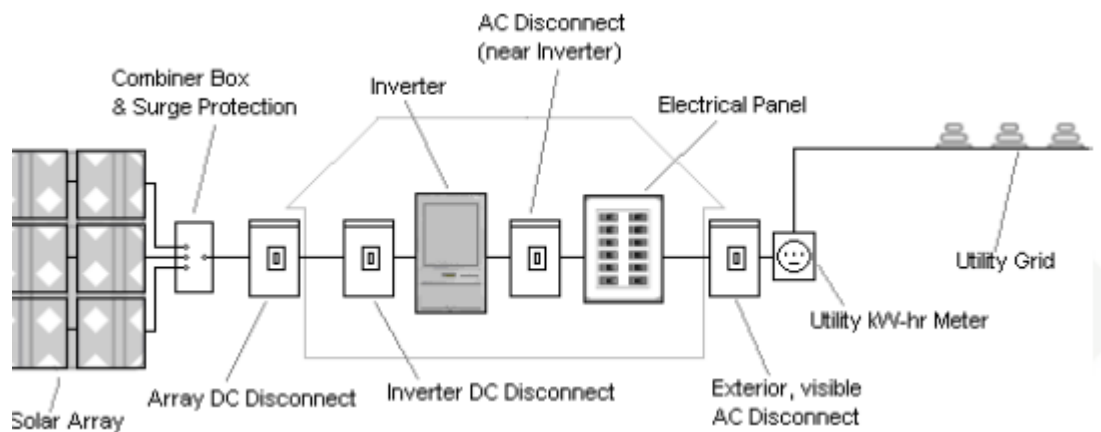


Gambar 2.7 PLTS On Grid

Selain itu sistem PLTS on-grid ini dapat menggunakan baterai sebagai cadangan atau backup energi. Sistem ini disebut sebagai grid connected PV system with battery backup. Sistem ini berfungsi sebagai backup energi listrik untuk menjaga kontinuitas operasional peralatan-peralatan elektronik. Jika suatu saat terjadi kegagalan pada suplai listrik PLN (pemadaman listrik) maka peralatan-peralatan II-7 elektronik dapat beroperasi secara normal dalam jangka waktu tertentu tanpa adanya gangguan.



Gambar 2.8 Sistem PLTS Grid Connection



Gambar 2.9 Konfigurasi Grid Sistem

Dengan baterai back-up memiliki keunggulan dalam pemenuhan kebutuhan listrik. Namun, menambahkan baterai ke sistem dilengkapi dengan beberapa kelemahan yang harus di pertimbangkan terhadap keuntungannya. Kerugian ini antara lain:

1. Batrai mengkonsumsi energi selama pengisian dan pemakaian,

mengurangi

2. Efisiensi dan output dari sistem PV sekitar 10 persen untuk baterai timbalasam.
3. Baterai meningkatkan kompleksitas sistem. Kedua biaya pertama dan instalasi
4. Biaya meningkat.
5. Kebanyakan baterai biaya yang lebih rendah membutuhkan perawatan.
6. Baterai biasanya akan perlu diganti sebelum bagian lain dari sistem dan di biaya yang cukup besar

### **2.2.2. Pengukuran Intensitas Cahaya Matahari**

Terdapat beberapa cara dalam mendapatkan data intensitas cahaya matahari, kita dapat mengambil data pada BMKG untuk mendapatkan data berskala nasional. Dan juga kita dapat mengambil data dari NASA untuk data berskala internasional. Tetapi apabila kita ingin mendapatkan data dengan mengukur sendiri intensitas cahaya matahari, kita dapat menggunakan alat ukur yaitu lux meter. Lux meter merupakan sebuah alat yang mampu mengetahui serta mengukur seberapa besar intensitas cahaya yang berada pada suatu tempat. (Siregar, Matoga & Noorly, 2021)

Sesuai dengan namanya, lux meter berfungsi sebagai pengukur intensitas cahaya yang tersebar dalam suatu tempat. Penciptaan alat ini dilatar belakangi oleh kesadaran kebutuhan cahaya yang berbeda – beda di tiap ruangan. Hal tersebut karena mata harus dengan jelas menangkap segala hal dengan baik yang nantinya digunakan untuk menunjang aktifitas kerja (Hossain, 2011).

### **2.3. Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)**

Turbin angin atau dalam bahasa sederhana kincir angin merupakan turbin yang digerakkan oleh angin, yaitu udara yang bergerak di atas permukaan bumi. Sudah sejak dahulu angin berjasa bagi kehidupan manusia, salah satunya adalah para nelayan. Selain itu, turbin angin pada awalnya juga dibuat untuk mengakomodasi kebutuhan para petani dalam melakukan penggilingan padi,



keperluan irigasi, memompa air dan menggiling jagung. Penggunaan turbin angin terus mengalami perkembangan guna memanfaatkan energi angin secara efektif, terutama pada daerah - daerah dengan aliran angin yang relatif tinggi sepanjang tahun. (Ananta, Henry & Sugeng, 2014)

Sistem pembangkit listrik tenaga angin ini merupakan pembangkit listrik yang menggunakan turbin angin (wind turbine) sebagai peralatan utamanya. Dalam skala utility memiliki berbagai ukuran, dari 100 kilowatt sampai dengan beberapa megawatt. Turbin besar dikelompokkan bersama-sama ke arah angin, yang memberikan kekuatan massal ke jaringan listrik. Turbin kecil tunggal, di bawah 100 kilowatt dan digunakan pada rumah, telekomunikasi, atau pemompaan air. Turbin kecil kadang-kadang digunakan dalam kaitannya dengan generator diesel, baterai dan sistem fotovoltaik.

Sistem ini disebut sistem angin hibrid dan sering digunakan di lokasi terpencil di luar jaringan, di mana tidak tersedia koneksi ke jaringan utilitas. Tenaga angin modern dihasilkan dalam bentuk listrik dengan merubah rotasi pisau turbin menjadi arus listrik menggunakan generator listrik. Kincir dengan energi angin digunakan untuk memutar peralatan mekanik dalam melakukan kerja fisik, seperti memompa air atau menyalakan lampu. Daya yang dihasilkan oleh turbin angin tergantung pada diameter pada sudu. Semakin besar diameter, maka daya yang dihasilkan semakin besar.



Gambar 2.1 Turbin Angin  
(Bachtiar & Antonov, 2018)

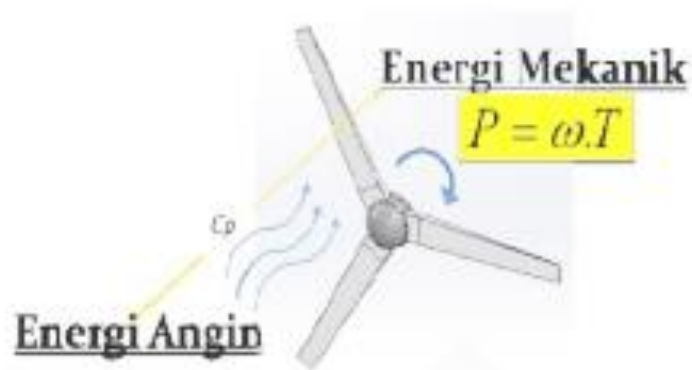
Turbin angin sekarang ini banyak digunakan untuk mengakomodasi listrik masyarakat dengan menggunakan konversi energi dengan menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbarui yaitu angin. Cara kerja pembangkit listrik tenaga bayu/angin cukup sederhana. Energi angin yang memutar turbin angin, diteruskan untuk memutar rotor pada generator dibelakang bagian turbin angin, sehingga akan menghasilkan energi listrik. Energi listrik ini biasanya akan disimpan dalam baterai sebelum dimanfaatkan. Banyaknya baterai disesuaikan dengan jumlah daya yang dibutuhkan dalam instalasi listrik rumah tangga atau instansi.

PLTB secara umum adalah suatu sistem pembangkit listrik yang dapat mengonversikan energi kinetik dari angin menjadi energi mekanik. Secara umum PLTB terbagi menjadi 4 bagian, yaitu rotor turbin, gearbox, generator dan pembebanan. Prinsip kerja PLTB adalah mengubah energi kinetik dari angin menjadi energi mekanik dari putaran baling – baling yang dapat memutar rotor. Putaran dari rotor relatif lambat sehingga PLTB secara umum menggunakan gearbox untuk mempercepat laju putaran rotor. (M. Nuryogi, 2019)

Turbin angin adalah kincir angin yang digunakan untuk membangkitkan tenaga listrik. Turbin angin ini pada awalnya dibuat untuk mengakomodasi kebutuhan para petani dalam melakukan penggilingan padi, keperluan irigasi, dll. Turbin angin terdahulu banyak dibangun di Denmark, Belanda, dan negara-negara Eropa lainnya dan lebih dikenal dengan Windmill. Kini turbin angin lebih banyak digunakan untuk mengakomodasi kebutuhan listrik masyarakat, dengan menggunakan prinsip konversi energi dan menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui yaitu angin. Walaupun sampai saat ini pembangunan turbin angin masih belum dapat menyaingi pembangkit listrik konvensional (Contoh: PLTD, PLTU, dll), turbin angin masih lebih dikembangkan oleh para ilmuwan karena dalam waktu dekat manusia akan dihadapkan dengan masalah kekurangan sumber daya alam tak terbaharui (Contoh: batubara, minyak bumi) sebagai bahan dasar untuk membangkitkan listrik. Turbin angin merupakan alat konversi energi angin menjadi energi mekanik. Energi angin ( $P_{wind}$ ) ini sendiri merupakan hasil dari setengah kali massa jenis udara ( $\rho$ ) dengan luas penampang cakupan dari turbin angin ( $A$ ) dan pangkat tiga dari kecepatan anginnya ( $V^3$ ). Jadi, sedikit saja

selisih kecepatan anginnya, maka perbedaan energi yang dihasilkannya dapat berkali lipat besarnya.

Setiap sistem pasti memiliki suatu tingkat efisiensi kerja karena hampir tidak ada sistem yang mampu bekerja sempurna, seperti halnya turbin angin ini. Oleh karena itu, untuk mendapatkan Energi Mekanik dari hasil turbin ini maka perlu diperhitungkan juga nilai efisiensi turbin ( $C_p$ ). Energi Mekanik dari turbin ini berupa kecepatan putaran bilah II - 18 turbin ( $\omega$ ) dan torsi,  $T$ , (besar gaya yang diberikan pada suatu panjang lengan beban/blade) (H. Kurniadi, 2019).



Gambar 2.4 Skema Aliran Konversi Angin

PLTB adalah suatu teknologi pembangkit listrik yang merubah potensi angin menjadi energi listrik. Angin merupakan udara yang bergerak/mengalir, sehingga memiliki kecepatan, tenaga dan arah. Penyebab dari pergerakan ini adalah pemanasan bumi oleh radiasi matahari. Daya yang dihasilkan energi angin dirumuskan sebagai berikut : (Manullang, Agung & Enda, 2020)

$$P = k.F.A.E. v^3 \quad (2.1)$$

Dimana :

$p$  = daya (kw)

$K$  = Konstanta =  $1,37.10^{-5}$

$F$  = faktor = 0,5926

$E$  = efisiensi rotor dan peralatan lain

$v$  = kecepatan angina (m/det)

PLTB secara umum adalah suatu sistem pembangkit listrik yang dapat mengkonversikan energi kinetik dari angin menjadi energi mekanik. Secara umum PLTB terbagi menjadi 4 bagian, yaitu rotor turbin, *gearbox*, generator dan pembebanan. Prinsip kerja PLTB adalah mengubah energi kinetik dari angin menjadi energi mekanik dari putaran baling-baling yang dapat memutar rotor. Putaran rotor relatif lambat sehingga PLTB secara umum menggunakan *gearbox* untuk mempercepat laju putaran rotor. Setelah itu generator mengubah putaran dari *gearbox* tersebut menjadi energi listrik

### 2.3.1. Jenis – Jenis Turbin Angin

Dalam perkembangannya turbin angin dibagi menjadi dua jenis turbin angin Propeller dan turbin angin Darrieus. Kedua jenis turbin inilah yang kini memperoleh perhatian besar untuk dikembangkan. Pemanfaatannya yang umum sekarang sudah digunakan adalah untuk memompa air dan pembangkit tenaga listrik. Turbin angin terdiri atas dua jenis, yaitu :

#### 1. Turbin Angin Sumbu Horizontal

Turbin angin Propeller adalah jenis turbin angin dengan poros horizontal seperti baling-baling pesawat terbang pada umumnya. Turbin angin ini harus diarahkan sesuai dengan arah angin yang paling tinggi kecepatannya.



Gambar 2.2. Turbin Angin Horizontal

Pembangkit listrik tenaga angin (PLTA) adalah suatu teknologi pembangkit listrik yang merubah potensi angin menjadi energi listrik. Angin adalah udara yang bergerak/mengalir, sehingga memiliki kecepatan, tenaga dan arah. Penyebab dari pergerakan ini adalah pemanasan bumi oleh radiasi matahari. Daya yang dihasilkan energi angin dirumuskan sebagai berikut: [8]

$$P = k.F.A.E. v^3 \dots\dots\dots(2.4)$$

Dengan P = daya (kw)

K = konstanta =  $1,37.10^{-5}$

F = faktor = 0,5926

E = efisiensi rotor dan peralatan lain

v = kecepatan angin (m/det)

Untuk mendapatkan daya efektif dari angin yang mungkin dihasilkan dari suatu kincir adalah :

$$Ea = .C. p.A.v^3 \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana

Ea : daya efektif yang di hasilkan kincir ( watt )

C : konstanta Betz konstanta harganya  $16/27$  (= 59,3%)

A : luas sapuan turbin (m<sup>2</sup> )

V : kecepatan angin (m/s)

## 2. Turbin Angin Sumbu Vertikal

Turbin angin sumbu vertikal/tegak memiliki sumbu rotor utama yang disusun tegak lurus. Generator dan gearbox turbin jenis ini bisa ditempatkan didekat tanah, sehingga menara tidak perlu menyokongnya dan lebih mudah diakses untuk keperluan perawatan. Desain turbin ini menyebabkan sejumlah desain menghasilkan tenaga putaran yang berdenyut. Drag (gaya yang menahan pergerakan) sebuah benda padat melalui fluida (zat cair atau gas) bisa saja tercipta saat kincir berputar. Drag sulit dipasang diatas menara, turbin sumbu tegak sering dipasang lebih dekat ke dasar tempat ia diletakkan, seperti tanah atau puncak atap sebuah bangunan.

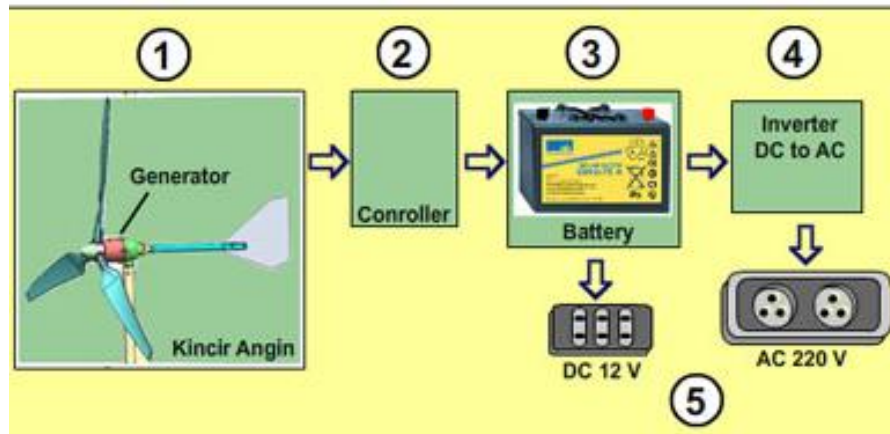


Gambar 2.3 Turbin Vertikal

Berdasarkan data-data pada PLTB di Indonesia, teknologi turbin angin skala besar dapat bekerja dengan baik pada kecepatan antara 5 – 20 meter/detik. Kurang dari 5 m/s lebih sesuai untuk diubah menjadi energi mekanik atau pembangkit tenaga angin skala kecil.

### 2.3.2. Konfigurasi PLTB

Putaran blade membuat generator berputar dan menghasilkan tegangan AC 3 fasa yang mewakili vektor arah angin, yaitu  $u$ ,  $v$ , dan  $w$ . Kemudian dialirkan menuju controller (teknologi pengamanan dan konversi energi) dan hasil keluaran dari controller ini berupa tegangan DC (telah dikonversi dari AC menjadi DC karena media penyimpanan energi dalam bentuk DC). Setelah itu, dialirkan kembali menuju data logger untuk dilakukan perekaman data dan selanjutnya disimpan ke dalam baterai/aki. Sebelum digunakan ke beban (peralatan listrik AC), energy yang telah disimpan ini harus dikonversi terlebih dahulu melalui inverter (tegangan DC menjadi AC) (Nuarsa, 2013)



Gambar 2.5 Skema PLTB

## 2.4. Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan suatu Integrated Circuit (IC) yang di dalamnya berisi Central Processing Unit (CPU), Read Only Memory (ROM), Random Access Memory (RAM), dan Input/Output. Mikrokontroler dapat melakukan proses berfikir berdasarkan program yang telah dimasukkan, hal ini dikarenakan sudah tertanam di dalamnya berupa CPU. Mikrokontroler banyak terdapat pada peralatan elektronik yang serba otomatis. Mikrokontroler dapat disebut sebagai komputer yang berukuran kecil yang rendah sehingga sebuah baterai dapat memberikan daya.

Salah satu mikrokontroler keluarga AVR 8 bit adalah ATmega328. ATmega328 adalah mikrokontroler keluaran dari Atmel yang mempunyai arsitektur Reduce Instruction Set Computer (RISC) yang dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur Completed Instruction Set Computer (CISC). Mikrokontroler ATmega328 memiliki arsitektur Harvard yaitu memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga dapat memaksimalkan kerja.

Mikrokontroler dapat disimpulkan yaitu suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan, keluaran serta sistem kendali dengan suatu program yang bisa ditulis dan dihapus seperti membaca dan menulis data.

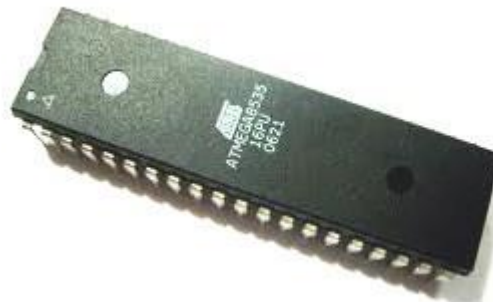
Beberapa tipe mikrokontroler yang sama dengan ATmega8 ini yaitu ATmega8535, ATmega16, ATmega32, ATmega328. Perbedaan antara mikrokontroler yang satu dengan yang lain adalah ukuran memori, banyaknya GPIO (pin input/output), peripheral (USART, timer, counter dan lain-lain).

Dilihat dari ukuran fisik, ATmega328 memiliki ukuran fisik lebih kecil dibandingkan dengan beberapa mikrokontroler di atas. Namun untuk segi memori dan peripheral lainnya ATmega328 tidak kalah dengan yang lainnya karena ukuran memori dan peripheralnya relatif sama dengan ATmega8535, ATmega32 hanya saja jumlah GPIO lebih sedikit dibandingkan mikrokontroler lainnya.

Kehadiran mikrokontroler membuat kontrol elektrik dalam berbagai proses menjadi lebih praktis dan ekonomis. Produk dan alat yang dikendalikan secara otomatis menggunakan mikrokontroler yaitu sistem kontrol mesin, peralatan rumah tangga, mesin kantor, alat berat, mainan dan masih banyak lagi. Dengan adanya mikrokontroler akan sangat membantu dalam hal mengurangi biaya, ukuran dan konsumsi tenaga dibandingkan dengan menggunakan mikroprosesor memori dan alat masuk keluar yang terpisah.

#### **2.4.1. Mikrokontroler ATmega**

Mikrokontroler adalah suatu keping IC dimana terdapat mikroprosesor dan memori program (disebut: ROM) serta memori serba-guna (disebut: RAM), bahkan ada beberapa jenis mikrokontroler yang memiliki fasilitas ADC, PLL, EEPROM dalam satu kemasan. Penggunaan mikrokontroler dalam bidang kontrol sangat luas dan populer. Ada beberapa vendor yang membuat mikrokontroler diantaranya Intel, Microchip, Winbond, Atmel, Philips, Xemics dan lain - lain. Dari beberapa vendor tersebut, yang paling populer digunakan adalah mikrokontroler buatan Atmel. Adapun mikrokontroler ATmega8535 dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini :



Gambar 2.6 AVR Atmega



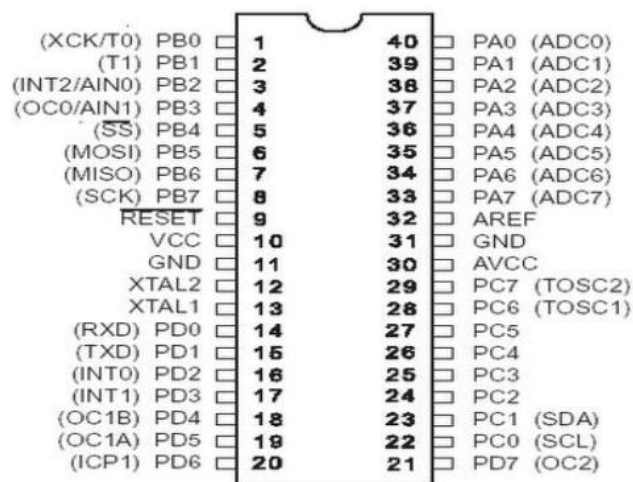
ATMega8535 adalah mikrokontroler CMOS 8 bit daya rendah berbasis arsitektur RISC. Instruksi dikerjakan pada satu siklus clock, ATMega8535 mempunyai throughput mendekati 1 MIPS per MHz, hal ini membuat ATMega8535 dapat bekerja dengan kecepatan tinggi walaupun dengan penggunaan daya rendah. Mikrokontroler ATmega8535 memiliki beberapa fitur atau spesifikasi yang menjadikannya sebuah solusi pengendali yang efektif untuk berbagai keperluan. Fitur-fitur tersebut antara lain:

- a. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C, dan Port D.
- b. ADC 10 bit sebanyak 8 saluran.
- c. Tiga buah Timer/Counter dengan kemampuan perbandingan.
- d. CPU yang terdiri atas 32 buah register.
- e. Watchdog Timer dengan osilator internal.
- f. SRAM sebesar 512 byte.
- g. Memori Flash sebesar 8 KB dengan kemampuan Read While Write.
- h. Unit interupsi internal dan eksternal.
- i. Port antarmuka SPI.
- j. EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi.
- k. Antar-muka komparator analog.
- l. Port USART untuk komunikasi serial.

Mikrokontroler AVR (Advance Versatile RISC processor) memiliki arsitektur RISC 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit (16-bit word) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 (satu) siklus clock, berbeda dengan instruksi MCS 51 yang membutuhkan 12 siklus clock. Tentu saja itu terjadi karena kedua jenis mikrokontroler tersebut memiliki arsitektur yang berbeda. Selain mudah didapatkan dan lebih murah ATMega8535 juga memiliki fasilitas yang lengkap. Untuk tipe AVR ada 3 jenis yaitu AT Tiny, AVR klasik, ATMega. Perbedaannya hanya pada fasilitas dan I/O yang tersedia serta fasilitas lain seperti ADC, EEPROM dan lain sebagainya. Salah satu contohnya adalah ATMega8535. Memiliki teknologi RISC dengan kecepatan maksimal 16 MHz membuat ATMega8535 lebih cepat bila dibandingkan dengan varian MCS 51.

Dengan fasilitas yang lengkap tersebut menjadikan ATmega8535 sebagai mikrokontroler yang powerfull.

Mikrokontroler AVR ATmega8535 memiliki 40 pin dengan 32 pin diantaranya digunakan sebagai port paralel. Satu port paralel terdiri dari 8 pin, sehingga jumlah port pada mikrokontroler adalah 4 port, yaitu port A, port B, port C dan port D. Sebagai contoh adalah port A memiliki pin antara port A.0 sampai dengan port A.7, demikian selanjutnya untuk port B, port C, port D. Diagram pin mikrokontroler dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut:



Gambar 2.7 Konfigurasi ATmega8535

Sistem minimum (sismin) mikrokontroler adalah rangkaian elektronik minimum yang diperlukan untuk beroperasinya IC mikrokontroler. Sistem ini kemudian bisa dihubungkan dengan rangkaian lain untuk menjalankan fungsi tertentu. Dikeluarga mikrokontroler AVR, seri 8535 adalah salah satu seri yang sangat banyak digunakan. Mikrokontroler ATmega8535 telah dilengkapi dengan osilator internal, sehingga tidak diperlukan kristal atau resonator eksternal untuk sumber clock CPU. Namun osilator ini maksimal 8 MHz jadi disarankan untuk tetap memakai kristal eksternal.

Osilator internal oleh pabriknya telah di-setting 1 MHz, dan untuk merubahnya perlu merubah setting pada fuse bit. Namun untuk pengaturan fuse bit perlu berhati-hati, sebab pengaturan ini begitu rawan karena bila salah menyettingnya bisa menyebabkan mikrokontroler rusak. Sistem minimum AVR

sangat sederhana dimana hanya menghubungkan VCC dan AVCC ke +5 V dan GND dan AGND ke ground serta pin reset tidak dihubungkan apa-apa (diambangkan). Chip akan reset jika tegangan nol atau pin reset dipaksa nol dan ini merupakan sistem minimum tanpa memakai kristal. Untuk yang memakai kristal rangkaian di atas ditambah kristal pada pin XTAL1 dan XTAL2.

#### 2.4.2. Mikrokontroler Arduino

Menurut (Kadir 2013) Arduino Uno adalah salah satu produk berlabel arduino yang sebenarnya adalah suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler ATmega328 (sebuah keping yang secara fungsional bertindak seperti sebuah komputer). Piranti ini dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronik dari yang sederhana hingga yang kompleks. Pengendalian LED hingga pengontrolan robot dapat diimplementasikan dengan menggunakan papan berukuran relatif kecil ini. Bahkan dengan penambahan komponen tertentu, piranti ini bisa dipakai untuk pemantauan kondisi pasien di rumah sakit dan pengendalian alat-alat di rumah. (Sumber: B. Gustomo, 2015 )

Tabel 2.1. *Index Board Arduino*

Mikrokontroler	Atmega328
Tegangan Pengoprasian	5V
Tegangan input yang disarankan	7 – 12 V
Batas tegangan input	6 – 20 V
Jumlah pin I/O digital	14 (6 diantaranya menyediakan keluaran PWM)
Jumlah pin input analog	6
Arus DC tiap pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3V	50 mA
Memori Flash	32KB (Atmega328), sekitar 0,5KB digunakan oleh bootloader
SRAM	2KB (Atmega328)
EEPROM	1KB (Atmega328)
Clock Speed	16Mhz

(Kadir 2013)



Gambar 2.6. Arduino Uno  
(Kadir 2013)

*Hardware* arduino uno memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- a. 14 pin *IO Digital* (pin 0–13) Sejumlah pin digital dengan nomor 0–13 yang dapat dijadikan *input* atau *output* yang diatur dengan cara membuat program IDE.
- b. 6 pin Input Analog (pin 0–5) Sejumlah pin analog bernomor 0–5 yang dapat digunakan untuk membaca nilai input yang memiliki nilai analog dan mengubahnya ke dalam angka antara 0 dan 1023.
- c. 6 pin Output Analog (pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11) Sejumlah pin yang sebenarnya merupakan pin digital tetapi sejumlah pin tersebut dapat diprogram kembali menjadi pin output analog dengan cara membuat programnya pada IDE.

Papan Arduino Uno dapat mengambil daya dari USB port pada komputer dengan menggunakan USB charger atau dapat pula mengambil daya dengan menggunakan suatu AC adapter dengan tegangan 9 volt. Jika tidak terdapat power supply yang melalui AC adapter, maka papan Arduino akan mengambil daya dari USB port. Tetapi apabila diberikan daya melalui AC adapter secara bersamaan dengan USB port maka papan Arduino akan mengambil daya melalui AC adapter secara otomatis.

Arduino Uno merupakan salah satu *board* dari keluarga Arduino. Ada beberapa macam arduino bard seperti Arduino Nano, Arduino Pro Mini, Arduino Mega, Arduino Yun, dll. Namun yang paling populer adalah Arduino Uno.

Arduino Uno R3 adalah seri terakhir dan terbaru dari seri Arduino USB. Modul ini sudah dilengkapi dengan berbagai hal yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler untuk bekerja, tinggal colokkan ke power supply atau sambungkan melalui kabel USB ke PC, Arduino Uno ini sudah siap bekerja. Arduino Uno board memiliki 14 pin digital *input/output*, 6 analog input, sebuah resonator keramik 16 MHz, koneksi USB, colokan power input, *ICSP header*, dan sebuah tombol reset.

Berikut spesifikasi teknis dari Arduino Uno R3 board

- a) Mikrokontroler ATmega328
- b) Catu Daya 5V
- c) Tegangan Input (rekomendasi) 7-12V
- d) Tegangan Input (batasan) 6-20V
- e) Pin *I/O Digital* 14 (dengan 6 PWM output)
- f) Pin Input Analog 6
- g) Arus DC per Pin I/O 40 mA
- h) Arus DC per Pin I/O untuk PIN 3.3V 50 mA
- i) Flash Memory 32 KB (ATmega328) dimana 0.5 KB digunakan oleh *bootloader*
- j) SRAM 2 KB (ATmega328)
- k) EEPROM 1 KB (ATmega328)
- l) *Clock Speed* 16 MHz

Sebagaimana kita ketahui, dengan sebuah mikrokontroler kita dapat membuat program untuk mengendalikan berbagai komponen elektronika. Dan fungsi Arduino Uno ini dibuat untuk memudahkan kita dalam melakukan prototyping, memprogram mikrokontroler, membuat alat-alat canggih berbasis mikrokontroler. Memprogram Arduino sangat mudah, karena sudah menggunakan bahasa pemrograman tingkat tinggi C++ yang mudah untuk dipelajari dan sudah didukung oleh library yang lengkap.

Arduino Uno board didukung oleh software Arduino IDE (Integrated Development Environment). Dengan Arduino IDE inilah kita melakukan pemrograman, melakukan kompilasi program, debugging dan proses download ke Arduino boardnya. Dengan sekali klik, program yang sudah kita buat langsung

tercompile dan terdownload ke mikrokontroler yang ada di Arduino Board. Dan Arduino akan langsung bekerja sesuai dengan program yang keinginan kita. Ada banyak sekali yang bisa dibuat dengan mudah dengan Arduino :

- a) Lampu flip-flop, lampu Lalu-lintas
- b) Robot pintar; line follower, maze solver, pencari api, dll
- c) Mengontrol motor stepper,
- d) Mendeteksi suhu dan mengatur suhu ruang,
- e) Jam digital
- f) Timer alarm
- g) display LCD, dan masih banyak lagi contoh yang lainnya.

Arduino Uno dan ekosistemnya punya kelebihan-kelebihan yang membuat hobi elektronika menjadi lebih mudah dan menyenangkan, antara lain:


1. Pengembangan project mikrokontroler akan menjadi lebih dan menyenangkan. tinggal colok ke USB, dan tidak perlu membuat downloader untuk mendownload program yang telah kita buat.
2. Didukung oleh Arduino IDE, bahasa pemrograman yang sudah cukup lengkap librarynya.
3. Terdapat modul yang siap pakai/shield yang bisa langsung dipasang pada board Arduino
4. Dukungan dokumentasi yang bagus dan komunitas yang solid

Software arduino yang digunakan adalah driver dan IDE, walaupun masih ada beberapa software lain yang sangat berguna selama pengembangan arduino. Integrated Development Environment (IDE), suatu program khusus untuk suatu komputer agar dapat membuat suatu rancangan atau sketsa program untuk papan Arduino. IDE arduino merupakan software yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan java. IDE arduino terdiri dari :

1. Editor Program Sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*.
2. Compiler Berfungsi untuk kompilasi sketch tanpa unggah ke board bisa dipakai untuk pengecekan kesalahan kode sintaks sketch. Sebuah modul yang

mengubah kode program menjadi kode biner bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa processing.

3. Uploader Berfungsi untuk mengunggah hasil kompilasi sketch ke board target. Pesan error akan terlihat jika board belum terpasang atau alamat port COM belum terkonfigurasi dengan benar. Sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memory didalam papan arduino



```

Blink | Arduino 1.0.3
File Edit Sketch Tools Help
Blink
/*
 * Blink
 * Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.
 *
 * This example code is in the public domain.
 */
// Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards.
// give it a name:
int led = 13;

// the setup routine runs once when you press reset:
void setup() {
  // initialize the digital pin as an output.
  pinMode(led, OUTPUT);
}

// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
  digitalWrite(led, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000);             // wait for a second
  digitalWrite(led, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000);             // wait for a second
}
  
```

Gambar 2.7. Tampilan Program Arduino

(Kadir 2013)

Kode Program Arduino biasa disebut sketch dan dibuat menggunakan bahasa pemrograman C. Program atau sketch yang sudah selesai ditulis di Arduino IDE bisa langsung dicompile dan diupload ke Arduino Board. Secara sederhana, sketch dalam Arduino dikelompokkan menjadi 3 blok. Menurut (Ratnasari and Senen 2017) Arduino merupakan sistem mikrokontroler yang relatif mudah dan cepat dalam membuat aplikasi elektronika maupun robotika. Hardware maupun software Arduino adalah open source. Arduino menggunakan chip AVR ATmega 168/328 yang memiliki fasilitas PWM, komunikasi serial, ADC, timer, interrupt, SPI dan I2C, sehingga Arduino bisa digabungkan bersama modul atau alat lain dengan protokol yang berbeda-beda. Walaupun bahasa pemrograman Arduino adalah bahasa C/C++, tetapi dengan penambahan library

dan fungsi-fungsi standar membuat pemrograman Arduino lebih mudah dipelajari. Tersedia library yang sangat banyak untuk menghubungkan Arduino dengan macam- macam sensor, aktuator maupun modul komunikasi. Dengan bahasa yang lebih mudah dan adanya library dasar yang lengkap, maka mengembangkan aplikasi elektronik relatif lebih mudah.

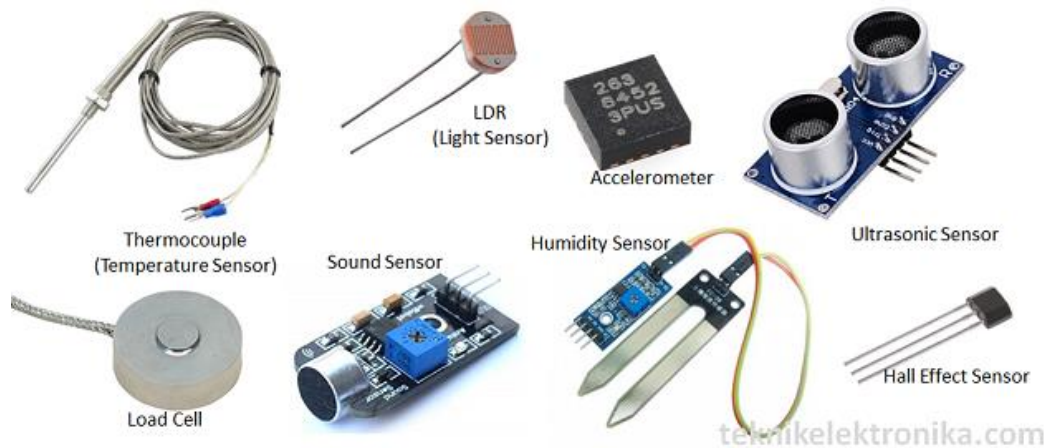
Penggunaan sensor di perangkat-perangkat elektronik ini telah diaplikasikan di hampir semua bidang di kehidupan kita sehari-hari mulai dari perangkat pribadi, layanan kesehatan, keamanan, industri, hiburan, transportasi, militer, alat rumah tangga hingga ke sektor pertanian. Dengan semakin besarnya penggunaan Sensor di dalam Teknologi masa kini, pengetahuan tentang sensor ini menjadi sangat penting dan wajib kita pahami apa sebenarnya yang dilakukan oleh sensor serta jenis-jenis sensor tersebut.

## **2.5.Sensor**

Sensor adalah perangkat yang digunakan untuk mendeteksi perubahan besaran fisik seperti tekanan, gaya, besaran listrik, cahaya, gerakan, kelembaban, suhu, kecepatan dan fenomena-fenomena lingkungan lainnya. Setelah mengamati terjadinya perubahan, Input yang terdeteksi tersebut akan dikonversi mejadi Output yang dapat dimengerti oleh manusia baik melalui perangkat sensor itu sendiri ataupun ditransmisikan secara elektronik melalui jaringan untuk ditampilkan atau diolah menjadi informasi yang bermanfaat bagi penggunanya.

Sensor pada dasarnya dapat digolong sebagai Transduser Input karena dapat mengubah energi fisik seperti cahaya, tekanan, gerakan, suhu atau energi fisik lainnya menjadi sinyal listrik ataupun resistansi (yang kemudian dikonversikan lagi ke tegangan atau sinyal listrik).





Gambar 2.8. Macam – Macam Sensor  
(Ratnasari and Senen 2017)

Sensor-sensor yang digunakan pada perangkat elektronik pada dasarnya dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori utama yaitu :

1. Sensor Pasif dan Sensor Aktif
2. Sensor Analog dan Sensor Digital

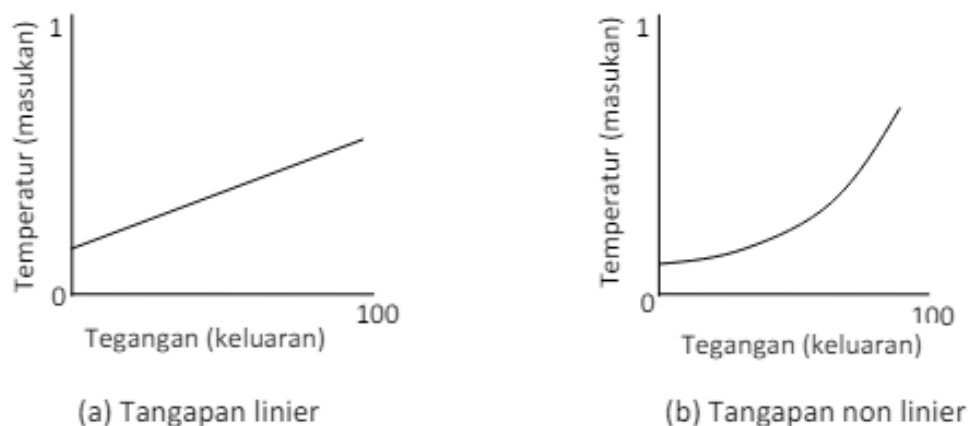
Sensor Pasif adalah jenis sensor yang dapat menghasilkan sinyal output tanpa memerlukan pasokan listrik dari eksternal. Contohnya Termokopel (*Thermocouple*) yang menghasilkan nilai tegangan sesuai dengan panas atau suhu yang diterimanya sedangkan sensor aktif adalah jenis sensor yang membutuhkan sumber daya eksternal untuk dapat beroperasi. Sifat fisik Sensor Aktif bervariasi sehubungan dengan efek eksternal yang diberikannya. Sensor Aktif ini disebut juga dengan Sensor Pembangkit Otomatis (*Self Generating Sensors*).

Sensor Analog adalah sensor yang menghasilkan sinyal output yang kontinu atau berkelanjutan. Sinyal keluaran kontinu yang dihasilkan oleh sensor analog ini sebanding dengan pengukuran. Berbagai parameter Analog ini diantaranya adalah suhu, tegangan, tekanan, pergerakan dan lain-lainnya. Contoh Sensor Analog ini diantaranya adalah akselerometer (accelerometer), sensor kecepatan, sensor tekanan, sensor cahaya dan sensor suhu. Sedangkan sensor digital Sensor Digital adalah sensor yang menghasilkan sinyal keluaran diskrit. Sinyal diskrit akan non-kontinu dengan waktu dan dapat direpresentasikan dalam “bit”. Sebuah sensor digital biasanya terdiri dari sensor, kabel dan pemancar. Sinyal yang diukur

akan diwakili dalam format digital. Output digital dapat dalam bentuk Logika 1 atau logika 0 (ON atau OFF). Sinyal fisik yang diterimanya akan dikonversi menjadi sinyal digital di dalam sensor itu sendiri tanpa komponen eksternal. Kabel digunakan untuk transmisi jarak jauh. Contoh Sensor Digital ini diantaranya adalah akselerometer digital (digital accelerometer), sensor kecepatan digital, sensor tekanan digital, sensor cahaya digital dan sensor suhu digital.

Sensor adalah elemen sistem yang secara efektif berhubungan dengan proses di mana suatu variabel sedang diukur dan menghasilkan suatu keluaran dalam bentuk tertentu tergantung pada variabel masukannya, dan dapat digunakan oleh bagian sistem pengukuran yang lain untuk mengenali nilai variabel tersebut. Secara umum berdasarkan fungsi dan penggunaannya sensor dapat dikelompokkan menjadi 3 bagian yaitu sensor thermal, sensor mekanis, dan sensor optik.

- a. Sensor thermal merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi gejala perubahan panas atau temperatur pada suatu dimensi benda atau dimensi ruang tertentu.



Gambar 2.9 Tanggapan Non Linear

- b. Sensor optik digunakan untuk mendeteksi perubahan cahaya dari sumber cahaya, pantulan cahaya, ataupun bias cahaya yang mengenai benda atau ruangan.
- c. Sensor mekanis merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi gejala perubahan gerak mekanis, seperti perpindahan atau pergeseran posisi, gerak lurus, dan melingkar.

Ada beberapa karakteristik dari sensor yaitu :

a. Linearitas

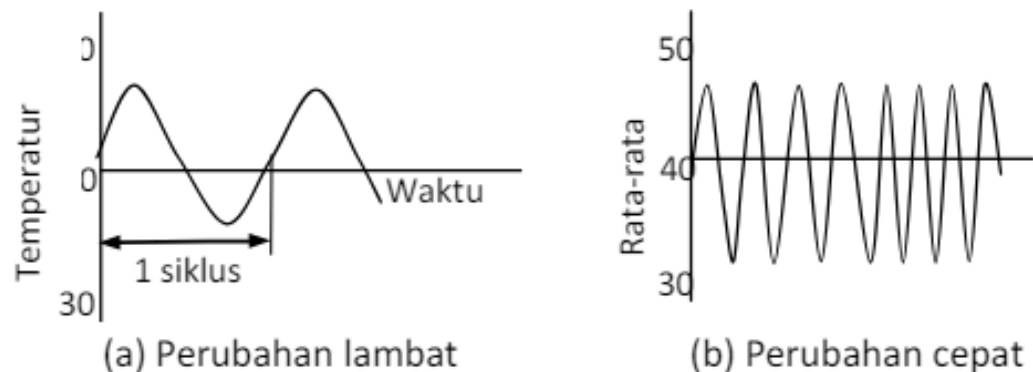
Ada banyak sensor yang menghasilkan sinyal keluaran yang berubah secara kontinyu sebagai tanggapan terhadap masukan yang berubah secara kontinyu. Sebagai contoh, sebuah sensor panas dapat menghasilkan tegangan sesuai dengan panas yang dirasakannya. Perbedaan antara tanggapan linier dan tak linier ditunjukkan pada Gambar

b. Sensitifitas

Sensitivitas akan menunjukkan seberapa jauh kepekaan sensor terhadap kuantitas yang diukur. Sensitivitas sering juga dinyatakan dengan bilangan yang menunjukkan perubahan keluaran dibandingkan unit perubahan masukan. Linieritas sensor juga mempengaruhi sensitivitas dari sensor. Apabila tanggapannya linier, maka sensitivitas juga akan sama untuk jangkauan pengukuran keseluruhan. Pada fungsi transfer menetapkan hubungan antara output  $S$  yang dihasilkan oleh sensor dan  $x$  dengan stimulus (input) sensor sedangkan fungsi non linier tergantung pada model matematika fungsi transfer.

c. Waktu Respon

Waktu yang dibutuhkan sensor untuk untuk mengenali zat atau benda yang dideteksi. Semakin cepat waktu yang dibutuhkan sensor, maka makin baik pula performansi sensornya seperti yang ditunjukkan pada Gambar



Gambar 2.10 Waktu Respon Sensor

d. Presisi

Repeatability adalah kemampuan sebuah sistem pengukuran dalam memberikan nilai yang sama untuk pengukuran yang dilakukan secara

berulang-ulang terhadap nilai variabel yang sama. Kurangnya presisi dalam suatu system pengukuran atau sensor dipengaruhi oleh fluktuasi acak lingkungan

### **2.5.1. Anemometer Arduino**

Anemometer adalah sebuah perangkat untuk mengukur kecepatan angin. Anemometer merupakan salah satu alat yang sering digunakan oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Kata Anemometer berasal dari Bahasa Yunani *anemos* yang berarti angin, angin merupakan udara yang bergerak ke segala arah, angin bergerak dari suatu tempat menuju ke tempat yang lain. Anemometer ini pertama kali diperkenalkan oleh Leon Batista Alberti dari Italia pada tahun 1450.[13] Anemometer harus ditempatkan di daerah terbuka. Pada saat tertiup angin, baling-baling yang terdapat pada Anemometer akan bergerak sesuai arah angin. Makin besar kecepatan angin mengenai baling-baling, makin cepat pula kecepatan berputarnya baling-baling tersebut, makin cepat pula kecepatan berputarnya. Dari jumlah putaran dalam satu periode maka dapat diketahui kecepatan anginnya. Di dalam Anemometer terdapat alat pencacah yang akan menghitung kecepatan angin.

Ada beberapa jenis anemometer yaitu :

#### **d. Anemometer Mangkok**

Anemometer tipe mangkok umumnya telah didesain untuk digunakan pada tempat tinggi. Anemometer ini terdiri dari tiga atau empat buah mangkok setengah lingkaran dan terpasang pada tiap ujung gagang horizontal. Seluruh mangkok menghadap kesatu arah melingkar sehingga bila aliran udara melewati masing-masing mangkok dan memutar tiap gagang horizontal berdasarkan angin yang datang.



Gambar 2.9 Anemometer Mangkok

Anemometer ini memiliki rotor/poros yang di hubungkan dengan piringan. Kecepatan putar dari rotor tergantung kepada kecepatan aliran udara. Melalui suatu sistem mekanik roda gigi, perputaran rotor mengatur sistem akumulasi angka penunjuk jarak tiupan angin. Anemometer tipe “cup counter” hanya dapat mengukur rata-rata kecepatan angin selama suatu periode pengamatan. Contoh dari Anemometer mangkok dapat dilihat pada Gambar :

e. Anemometer kipas

Anemometer ini berbentuk kincir angin atau baling-baling berbentuk panjang vertikal. Dalam kasus di mana arah pergerakan angin selalu sama, seperti dalam poros ventilasi tambang dan bangunan misalnya, baling-baling angin, yang dikenal sebagai meter air dapat memberikan hasil yang paling memuaskan. Contoh dari tipe anemometer kipas dapat dilihat pada gambar :



Gambar 2.10 Anemometer Kipas

Adapun jenis anemometer kipas angin atau baling-baling ini memiliki bentuk panjang vertikal. Biasa digunakan dalam kasus yang memiliki pergerakan angin yang sama, seperti poros ventilasi pada tambang dan bangunan.

f. Anemometer Kawat Panas

Anemometer kawat panas menggunakan kawat panas untuk mengukur kecepatan angina yang mengalir dari udara ke kawat panasnya tersebut. Udara mengalir melewati kawat memiliki efek pendinginan pada kawat. Anemometer kawat panas sangat halus, memiliki frekuensi-respon yang sangat tinggi dan resolusi spasial baik dibandingkan dengan metode pengukuran lainnya. Contoh dari Anemometer kawat panas dapat dilihat pada Gambar :

g. Anemometer Laser Doppler

Alat ini merupakan anemometer ultrasonik yang berteknologi tinggi dan sangat akurat. Anemometers Doppler Laser mengukur kecepatan angin dengan mendeteksi seberapa banyak cahaya dari sinar laser telah terpantul dari partikel udara yang bergerak. Anemometer ultrasonik menentukan kecepatan angin dengan mengirimkan gelombang suara antara sepasang transduser dan menentukan bagaimana kecepatan mereka terpengaruh. Karena anemometer ultrasonik mampu mengukur baik kecepatan angin dan arah angin,

mereka populer untuk digunakan pada kapal, pesawat terbang, stasiun cuaca meteorologi , dan turbin angin ilmiah.

h. Anemometer Ultra Sonik

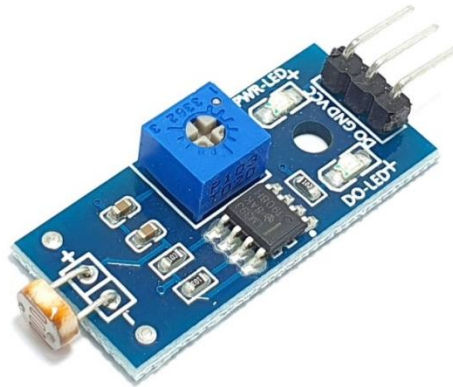
Alat yang satu ini ialah hasil revolusi atau pengembangan dari sonic anemometer, yang sukses diciptakan oleh Dr.Savvas Kapartis pada tahun 2000. Anemometer ini memakai sensor resonansi akustik (ultrasonik) guna mengukur kecepatan udara

i. Anemometer Resonanse Akuatik

Pertama kali dikembangkan pada tahun 1950, menggunakan gelombang suara ultrasonik untuk mengukur kecepatan angin. Mengukur kecepatan angin berdasarkan jam terbang sonic pulses antara pasangan transdusen.

### **2.5.2. Sensor LDR**

Modul Resistor peka cahaya atau fotoresistor adalah komponen elektronik yang resistansinya akan menurun jika ada penambahan intensitas cahaya yang mengenainya. Fotoresistor dapat merujuk pula pada light-dependent resistor (LDR), atau fotokonduktor. Fotoresistor dibuat dari semikonduktor beresistansi tinggi yang tidak dilindungi dari cahaya. Jika cahaya yang mengenainya memiliki frekuensi yang cukup tinggi, foton yang diserap oleh semikonduktor akan menyebabkan elektron memiliki energi yang cukup untuk meloncat ke pita konduksi. Elektron bebas yang dihasilkan (dan pasangan lubangnyanya) akan mengalirkan listrik, sehingga menurunkan resistansinya.



Gambar 2.11 Sensor LDR

Resistansi LDR akan berubah seiring dengan perubahan intensitas cahaya yang mengenainya atau yang ada disekitarnya. Dalam keadaan gelap resistansi LDR sekitar  $10\text{M}\Omega$  dan dalam keadaan terang sebesar  $1\text{K}\Omega$  atau kurang. LDR terbuat dari bahan semikonduktor seperti kadmium sulfida. Dengan bahan ini energi dari cahaya yang jatuh menyebabkan lebih banyak muatan yang dilepas atau arus listrik meningkat. Artinya resistansi bahan telah mengalami penurunan.

Light Dependent Resistor (LDR) adalah resistor yang nilai hambatannya berubah-ubah karena pengaruh intensitas cahaya yang mengenainya (Winarno dan Arifianto, 2011). Nilai tahan sensor LDR ini tergantung dari seberapa banyak cahaya yang diterima oleh sensor LDR, semakin kecil cahaya yang diterima maka semakin besar nilai tahannya, dan sebaliknya semakin besar cahaya yang diterima maka semakin kecil nilai tahannya. Sensor LDR adalah sensor dengan tipe output analog, oleh karena itu sensor LDR mengandalkan value dari besar kecilnya cahaya yang diterima oleh sensor LDR. Apabila cahaya yang diterima besar maka nilai tahannya akan mengecil maka nilai ADC yang dihasilkan oleh sensor LDR akan terus bertambah besar, sebaliknya apabila cahaya yang diterima kecil maka nilai tahannya akan membesar maka nilai ADC yang dihasilkan oleh sensor LDR akan terus bertambah kecil. LDR terbuat dari cadmium sulfida yang merupakan bahan semi-konduktor, ketika cahaya mengenai cadmium sulfida energi proton akan diserap dan menghasilkan hambatan yang terus berkurang.



## BAB 3 METODEI PEMBUATAN ALAT

### 3.1. Waktu dan Tempat

#### 3.1.1. Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam waktu selama 6 bulan terhitung dari tanggal 24 Agustus 2023 sampai 24 Februari 2024. Dimulai dengan persetujuan proposal ini sampai selesai penelitian. Penelitian diawali dengan kajian awal (tinjauan pustaka), Perancangan Alat, pembuatan alat lalu analisa data, terakhir kesimpulan dan saran. Rincian dari penelitian ini seperti pada tabel berikut:

#### 3.1.2. Tabel Jadwal Penelitian

No.	Uraian	Bulan Ke-					
		1	2	3	4	5	6
1.	Kajian literatur						
2.	Penyusunan proposal penelitian						
3.	Penulisan Bab 1 s/d Bab 3						
4.	Seminar proposal penelitian						
4.	Perancangan dan Pembuatan Alat						
5.	Analisa						
6.	Seminar hasil penelitian						
7.	Sidang akhir						

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

#### 3.1.3. Tempat

Penelitian dilaksanakan pada peternakan hewan qurban kecamatan dolok masihul kabupaten serdang bedagai.

### 3.2. Bahan dan Alat

Untuk melakukan pembuatan alat bahan dan alat yang diperlukan adalah sebagai berikut :

1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

PLTS sebagai alat yang akan diambil datanya menggunakan alat ukur yang telah ditentukan untuk proses penelitian

2. Pembangkit Listrik Tenaga Bayu

PLTB juga berperan sama dengan PLTS sebagai alat yang akan diambil datanya menggunakan alat ukur yang telah ditentukan

3. Sensor Anemometer

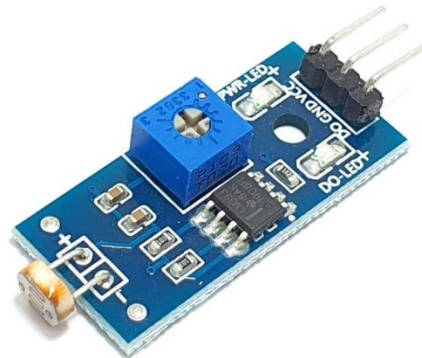
Sensor Anemometer berfungsi sebagai alat pembaca kecepatan angin, sensor ini merupakan yang paling penting pada pembuatan alat ini dikarenakan sensor Anemometer yang salah satu yang berfungsi untuk mendeteksi kecepatan angin yang sedang terjadi.



Gambar 3.1 Anemometer

4. Sensor LDR

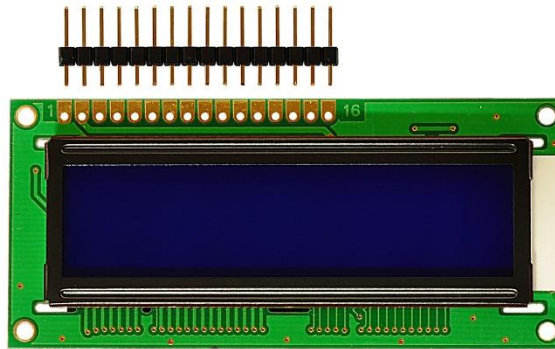
Sensor LDR berfungsi sebagai alat pembaca intensitas cahaya matahari, sensor ini juga sangat penting pada pembuatan alat ini dikarenakan sensor LDR berfungsi untuk mendeteksi intensitas cahaya matahari yang diterima.



Gambar 3.2 Sensor LDR

## 5. LCD

LCD atau *Liquid Crystal Display* pada alat ini berfungsi sebagai alat yang menampilkan kecepatan angin dan intensitas cahaya yang telah terdeteksi oleh Sensor, alat ini mempermudah kita untuk membaca nilai yang sedang terjadi dan diterima pada PLTS dan PLTB



Gambar 3.3 LCD

## 6. Arduino UNO

Arduino UNO pada alat ini berfungsi sebagai mikrokontroler, artinya arduino UNO adalah otak dari alat yang akan dibuat. Dimana program ataupun perintah yang akan dibuat akan diupload ke arduino UNO.



Gambar 3.4 Arduino UNO

## 7. RTC DS3231

DS3231 berfungsi untuk mengaktifkan rangkaian tersebut pada waktu yang ditentukan. RTC (jam real-time) digunakan untuk menyimpan waktu di perangkat Azure Sphere ketika perangkat kehilangan daya dan tidak memiliki akses ke koneksi jaringan setelah perangkat melakukan boot ulang. Ini

memungkinkan perangkat mempertahankan waktu selama kehilangan daya bahkan jika tidak memiliki akses ke server NTP



Gambar 3.5 RTC DS3231

8. Kabel Jumper

Kabel jumper digunakan sebagai alat penghubung antara satu komponen ke komponen lainnya.

9. Laptop

Laptop merupakan alat yang sangat penting dalam pembuatan alat ini. Karena laptop berfungsi sebagai alat yang digunakan untuk memasukkan program yang telah dibuat kedalam arduino uno.

9. Kabel USB

Kabel USB berfungsi sebagai nara hubung arduino dengan laptop. Fungsi kabel ini adalah untuk menghubungkan arduino ke laptop sehingga dapat dimasukkan program yang akan dibuat.

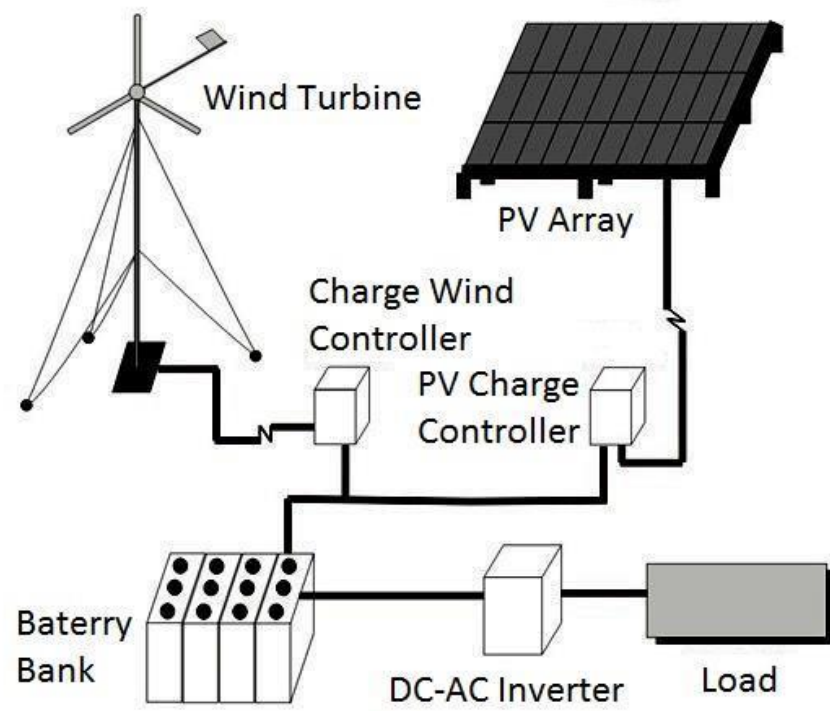
10. Tang Gunting

Tang gunting berfungsi sebagai alat pemotong kabel

11. Tang Kombinasi

### 3.3. Konfigurasi Kerja PLTS dan PLTB

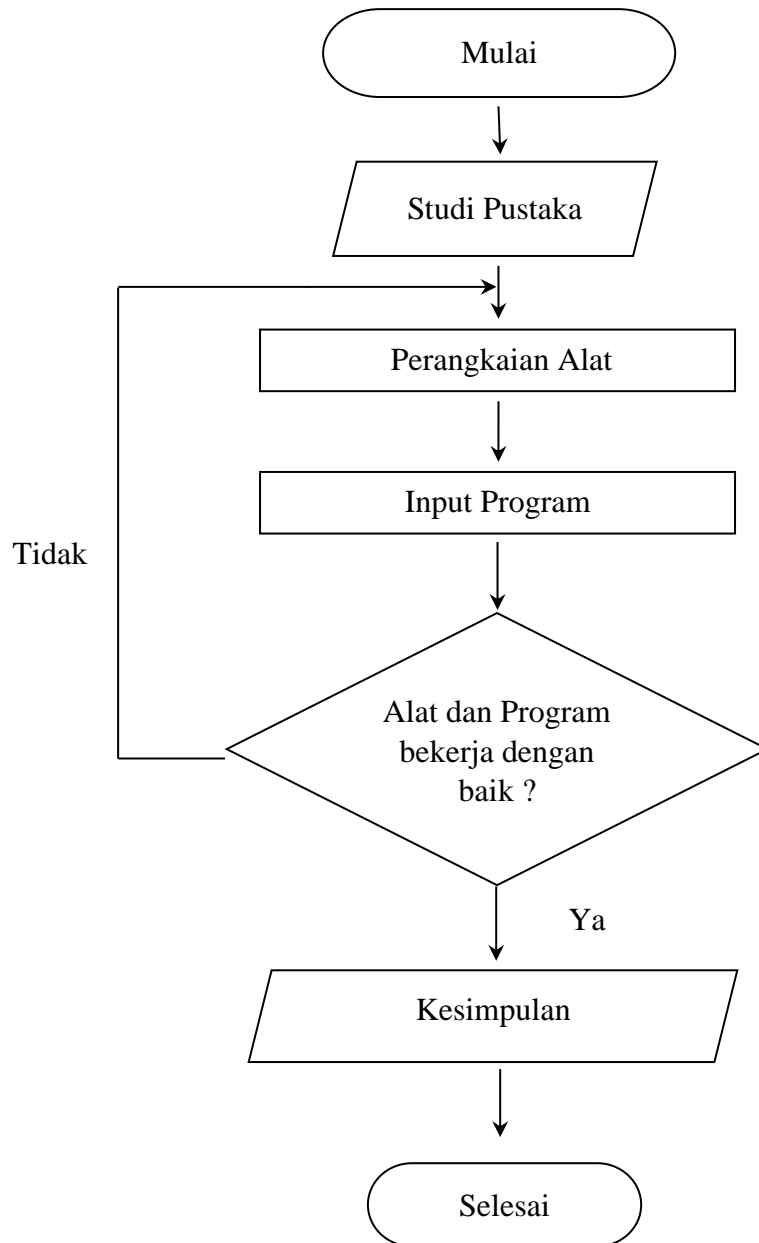
Adapun konfigurasi kerja pembangkit listrik tenaga Hybrid untuk mempermudah penulis dalam mengambil data penelitian adalah sebagai berikut :



Gambar 3.6 Konfigurasi Sistem PLTH

### 3.4. Bagan Alir Penelitian

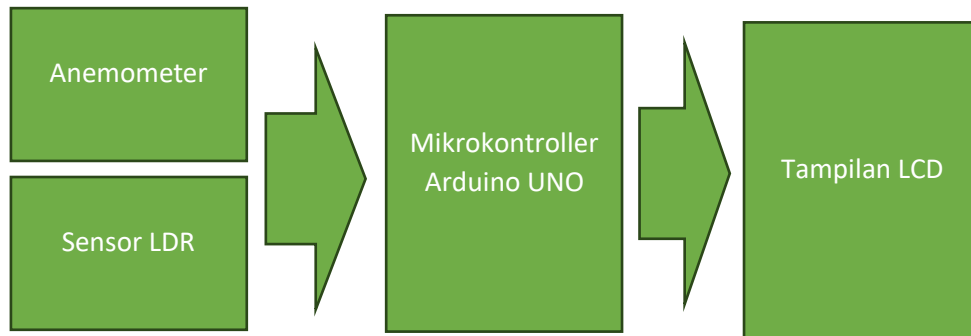
Bagan alir penelitian dapat dilihat pada gambar 3.12 dibawah ini :



Gambar 3.7. Bagan Alir Penelitian.

### 3.4. Bagan Perancangan Alat

Adapun bagan perancangan alat adalah sebagai berikut :



Gambar 3.8 Bagan Perancangan Alat

Pada gambar 3.3 bagan perancangan alat dapat dilihat input anemometer dan sensor LDR yang menjadi acuan tampilan pada LCD. Dimana hasil bacaan dari masing – masing sensor akan diproses pada mikrokontroller arduino dan ditampilkan pada LCD secara bergantian.

### 3.5. Metode Analisis

Adapun metode analisis yang dilakukan adalah pengujian tingkat akurasi alat yang telah dibuat akan dibandingkan dengan alat ukur komersil yang dijual dipasaran.

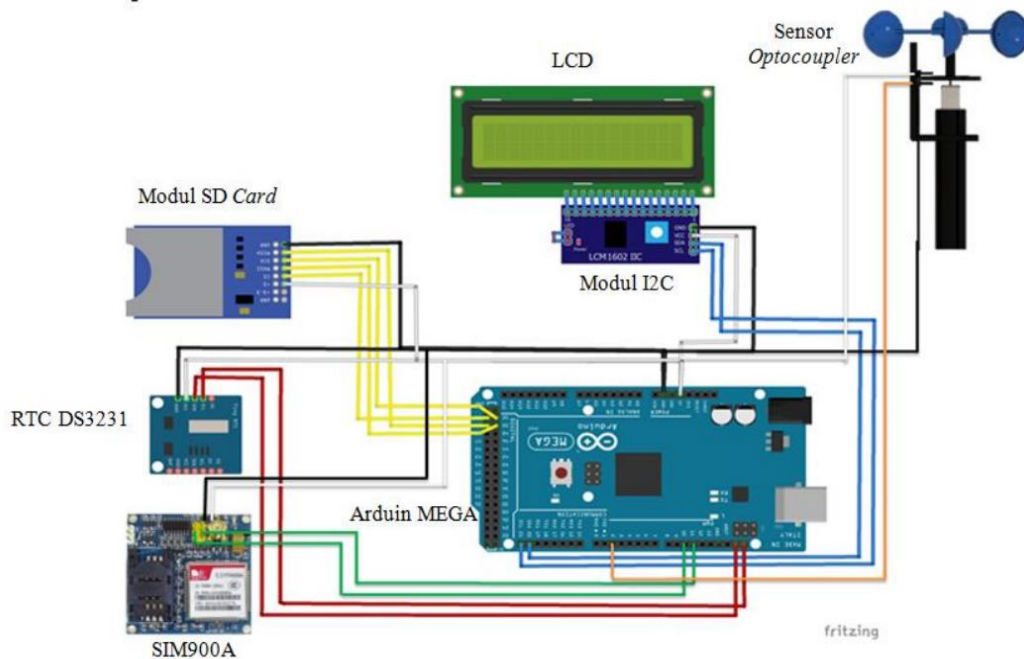
1. Setelah melakukan perancangan dan pembuatan alat monitoring kecepatan angin dan intensitas cahaya matahari maka selanjutnya adalah pengujian alat yang telah dibuat.
2. Pengujian dilakukan dengan cara mengambil data hasil bacaan dari masing – masing sensor yaitu anemometer dan sensor LDR.
3. Kemudian hasil bacaan pada masing – masing sensor akan dibandingkan dengan alat ukur yang dibeli dipasaran dengan tingkat akurasi yang tinggi.
4. Selanjutnya hasil bacaan dari ke-2 alat akan dibandingkan dan akan dilihat tingkat error dari sensor yang dibuat
5. Pengujian dilakukan beberapa kali untuk mendapatkan hasil perbandingan yang akurat.

### 3.6. Pembuatan Alat

Adapun proses merangkai alat dan membuat alat adalah dengan membuat gambar rangkaian yang akan menjadi acuan proses pembuatan alat. Dan kemudian proses persiapan yaitu menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan untuk alat pembaca intensitas cahaya matahari dan kecepatan angin.

#### 3.6.1. Rangkaian Alat

Adapun gambar rangkaian pada alat ini adalah sebagai berikut :



Gambar 4.1 Rangkaian Alat

Dapat dilihat untuk sistem kontrol pada alat menggunakan arduino mega yang kemudian memanfaatkan LCD 2x16 sebagai alat penampil dari hasil bacaan sensor yang digunakan. Sensor yang digunakan adalah sensor pembaca kecepatan angin dan sensor pembaca intensitas cahaya yaitu sensor LDC.



### 3.6.2. Proses Pembuatan Alat

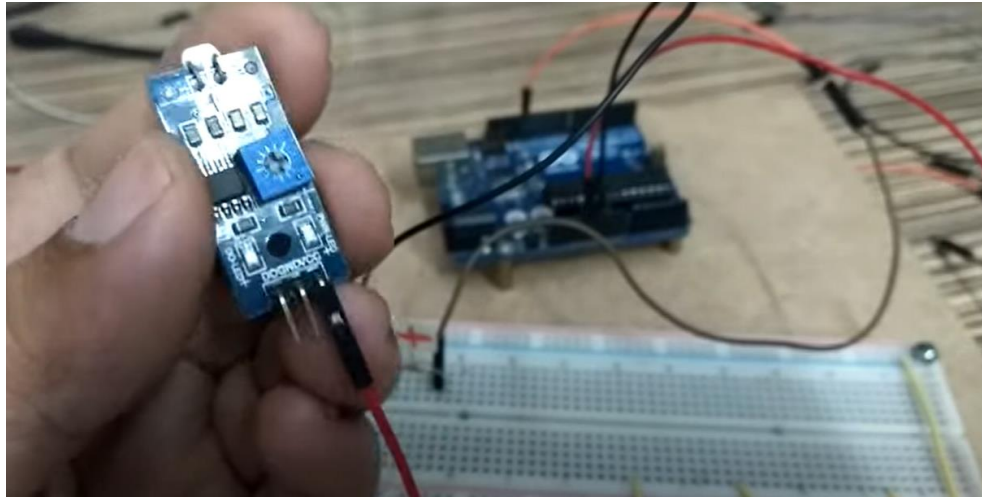
Adapun proses pembuatan alat adalah sebagai berikut :

- e. Berawal dari melakukan persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan. Adapun untuk perangkaian tahap awal yang dibutuhkan adalah mikrokontroller arduino mega, LCD, sensor LDR dan sensor kecepatan angin.
- f. Kemudian hubungkan terlebih dahulu arduino uno dengan kabel jumper yang nantinya akan dihubungkan pada komponen – komponen lainnya agar mempermudah kita dalam menghubungkan pusat kontrol ke komponen lainnya. seperti gambar berikut.



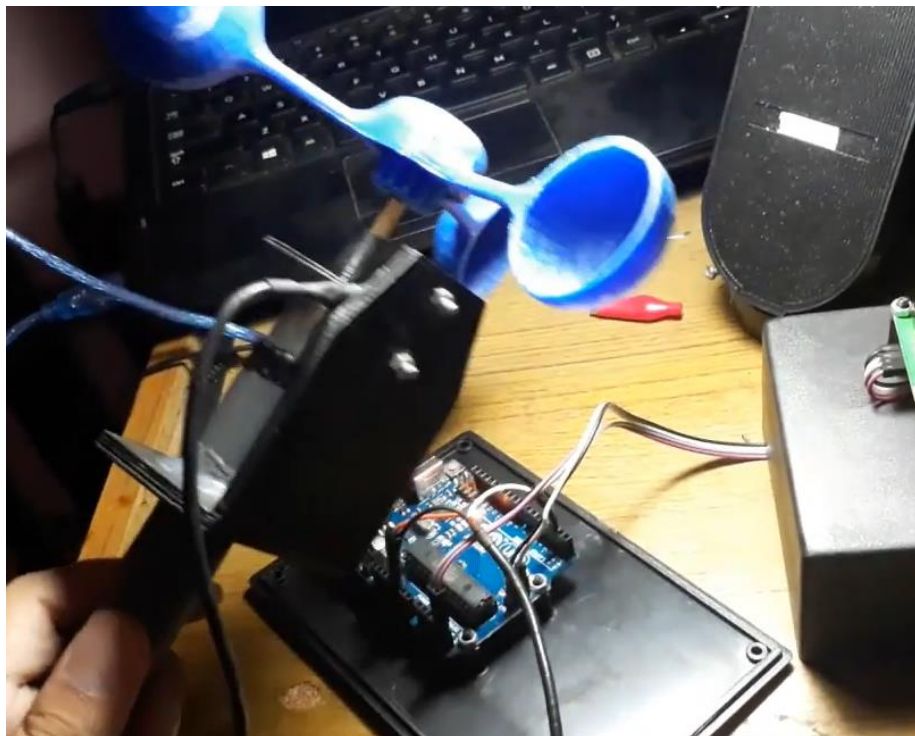
Gambar 4.2 Jumper LCD Arduino

- g. Hubungkan kabel dari arduino ke komponen – komponen sensor, yang pertama adalah sensor LDR.



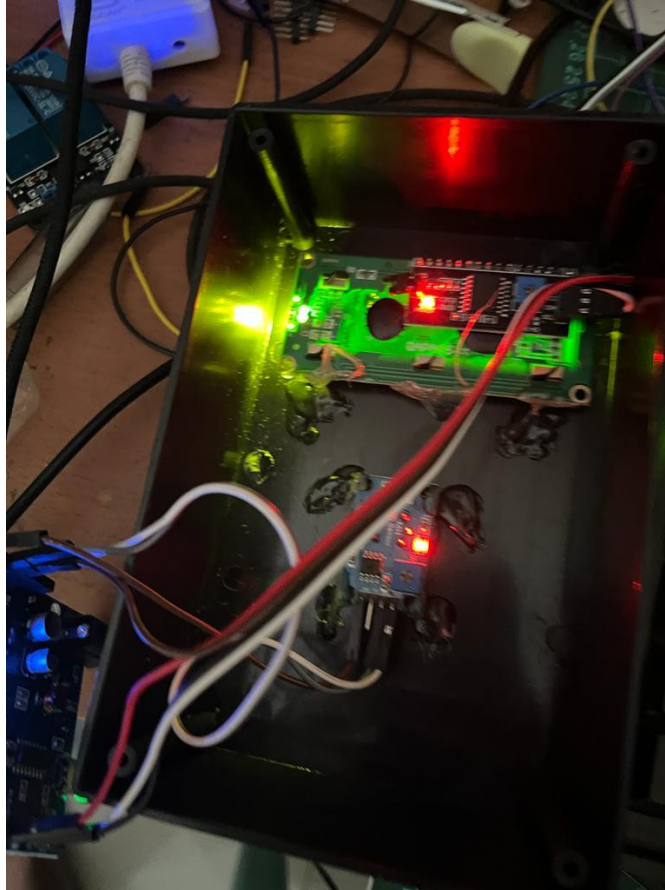
Gambar 4.3 Sensor LDR ke Arduino

- h. Selanjutnya hubungkan alat pembaca kecepatan angin pada arduino seperti gambar berikut :



Gambar 4.4 Kecepatan angin Ke Arduino

- i. Setelah masing – masing sensor terhubung pada arduino dan LCD sudah terkoneksi, selanjutnya adalah memasukkan tiap komponen kepada kotak box agar terhindar dari perangkat lain yang tidak berhubungan dengan alat.



Gambar 4.5 Peletakan alat pada box

- j. Setelah alat diposisikan pada box, selanjutnya adalah menghubungkan arduino dengan laptop untuk memasukkan program.

```

sketch_feb28a.ino
9 #define LCD_ROWS 2 // Jumlah baris LCD
10
11 char auth[] = "yhd5fhkjudejckjksjdi5ahydk123"; // Token Blynk
12 char ssid[] = "Hosopthp"; // Nama Jaringan WiFi
13 char pass[] = "Kostwif123"; // Sandi WiFi
14
15 volatile unsigned long count; // Variabel untuk menghitung putaran
16 unsigned long lastMillis;
17 volatile boolean rpmFlag;
18
19 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
20 LiquidCrystal_I2C lcd((CD_ADDR), LCD_COLS, (CD_ROWS));
21
22 void rpm_fun()
23 {
24   if ((millis() - lastMillis) > 1000)
25   {
26     detachInterrupt(digitalPinToInterrupt(IR_PIN));
27     rpmFlag = true;
28     lastMillis = millis();
29   }
30   count++;
31 }
32
33 void setup()
34 {
35   Serial.begin(9600);
36   pinMode(IR_PIN, INPUT);
37 }
38
39

```

Output

WARNING: library LiquidCrystal\_I2C claims to run on avr architecture(s) and may be incompatible with your current board which runs on esp8266 architecture(s).  
 In file included from c:\arduino\libraries\Blynk\src\BlynkApiArduino.h:14:  
 from c:\arduino\libraries\Blynk\src\BlynkSimpleEsp8266.h:24,  
 from C:\Users\andik\AppData\Local\Temp\.arduinoIDE-unsaved2024128-17680-1Firooh.x045\sketch\_feb28a\sketch\_feb28a.ino:3:  
 c:\arduino\libraries\Blynk\src\BlynkApi.h:28:6: error: 'Please specify your BLYNK\_TEMPLATE\_ID and BLYNK\_TEMPLATE\_NAME'  
 39 | error: 'Please specify your BLYNK\_TEMPLATE\_ID and BLYNK\_TEMPLATE\_NAME'  
 |

Gambar 4.6 Input Program 1

```

sketch_feb28
[COLINW/MOS] D1 R2 & mini (esp8266-esp8266d1_min)
COM3 [not connected]

9 #define LCD_ROWS 2 // Jumlah baris LCD
10
11 char auth[] = "yhdsfhkjsdujkajsdilalybdk123"; // token blynk
12 char ssid[] = "hospo1hp"; // Nama jaringan WiFi
13 char pass[] = "Kostwif1123"; // Sandi WiFi
14
15 volatile unsigned long count; // Variabel untuk menghitung putaran
16 unsigned long lastMillis;
17 volatile boolean rpmLag;
18
19 LiquidCrystal_I2C lcd(LCD_ADDR, LCD_COLS, LCD_ROWS);
20
21 void rpm_fun()
22 {
23   if ((millis() - lastMillis) > 1000)
24   {
25     detachInterrupt(digitalPinToInterrupt(IR_PIN));
26     rpmLag = true;
27     lastMillis = millis();
28   }
29   count++;
30 }
31
32 void setup()
33 {
34   Serial.begin(9600);
35
36   pinMode(IR_PIN, INPUT_PULLUP);
37 }
38
39 void loop()
40 {
41 }
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

```

Output

WARNING: library LiquidCrystal\_I2C claims to run on avr architecture(s) and may be incompatible with your current board which runs on esp8266 architecture(s).  
 In file included from c:\arduino\libraries\Blynk\src\BlynkApiArduino.h:14,  
 from c:\arduino\libraries\Blynk\src\BlynkSimpleEsp8266.h:24.

Gambar 4.7 Input Program 2

- k. Setelah program terinput pada sistem arduino, maka selanjutnya adalah menguji kinerja alat apakah sudah sesuai dengan yang diprogram atau tidak.

## BAB 4

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Proses Pengujian Alat

Proses pengujian alat ini dilakukan dengan 2x pengujian yang berbeda tiap – tiap sensornya, dimana pengujian pertama adalah menguji tingkat akurasi sensor LDR yang digunakan. Selanjutnya adalah menguji tingkat kecepatan angin pada sensor kecepatan angin.

##### 4.1.1. Pengujian Sensor Intensitas Cahaya

Untuk mengetahui tingkat akurasi dan tingkat error pada sensor LDR ini dilakukan perbandingan dengan alat pembaca intensitas cahaya standart yaitu lux meter. Dimana hasil dari ke-2 alat ini akan dibandingkan dan akan diketahui tingkat error alat yang dibuat.



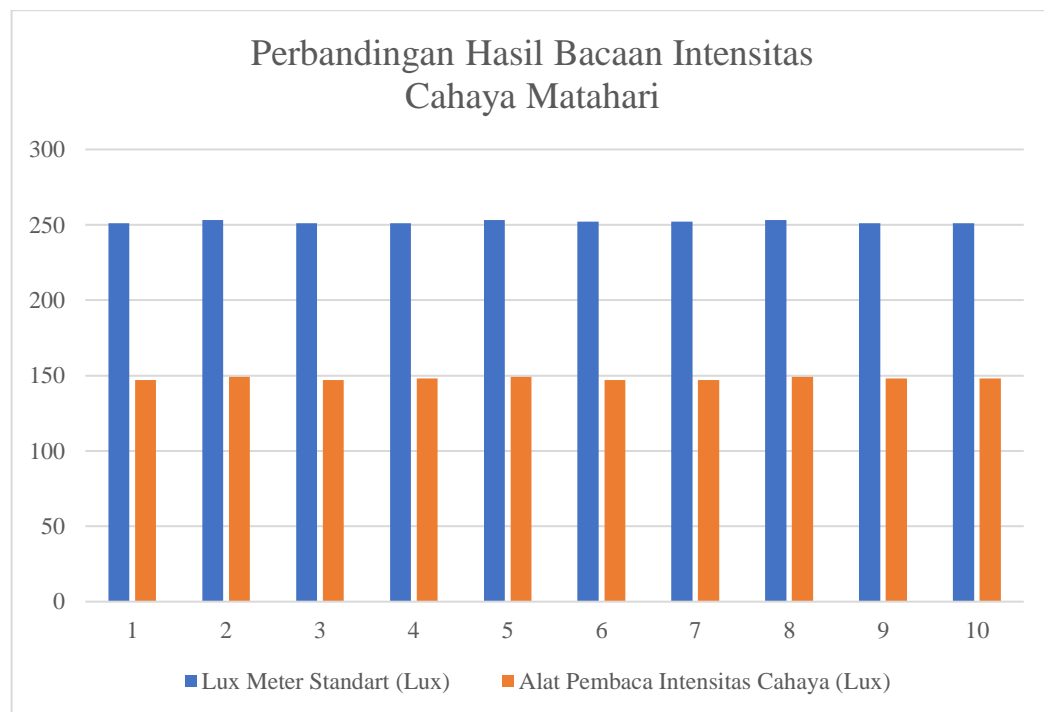
Gambar 4.8 Penggunaan Lux Meter

Adapun hasil bacaan pada kedua alat dapat dilihat pada tabel pengambilan data sebagai berikut :

Tabel 4.1 Pengambilan Data Intensitas Cahaya Matahari

Percobaan	Lux Meter Standart (Lux)	Alat Pembaca Intensitas Cahaya (Lux)
1	251	147
2	253	149
3	251	147
4	251	148
5	253	149
6	252	147
7	252	147
8	253	149
9	251	148
10	251	148

Dapat dilihat dari tabel 4.1 perbedaan hasil bacaan lux meter standart dan alat pembaca intensitas cahaya matahari terdapat perbedaan yang signifikan, adapun perbedaan tersebut dapat dilihat dari grafik berikut :



Gambar 4.9 Perbandingan hasil bacaan intensitas cahaya matahari

Untuk melihat tingkat error hasil bacaan yang ada pada alat yang telah dibuat dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Error (\%)} = \frac{\text{Selisih Bacaan}}{\text{Bacaan Lux Standart}} \times 100\%$$

Maka adapun tabel margin error alat yang digunakan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.2 Margin Error Alat

Percobaan	Lux Meter Standart (Lux)	Alat Pembaca Intensitas Cahaya (Lux)	Selisih	Margin Error (%)
1	251	147	104	41,43
2	253	149	104	41,11
3	251	147	104	41,43
4	251	148	103	41,04
5	253	149	104	41,11
6	252	147	105	41,67
7	252	147	105	41,67
8	253	149	104	41,11
9	251	148	103	41,04
10	251	148	103	41,04

Dari tabel 4.2 margin error alat dapat dilihat tingkat kesalahan dalam bacaan intensitas cahaya matahari terbilang relatif tinggi dengan rata rata 41,5% hal ini menyebabkan sensor LDR kurang efektif untuk menjadi acuan tingkat instensitas cahaya karena hasil bacaan yang jauh dibandingkan alat lux meter standart yang ada.

#### 4.1.2. Pengujian Sensor Kecepatan Angin

Untuk mengetahui tingkat akurasi dan tingkat error pada sensor kecepatan angin ini dilakukan perbandingan dengan alat pembaca kecepatan angin standart yaitu anemometer. Dimana hasil dari ke-2 alat ini akan dibandingkan dan akan diketahui tingkat error alat yang dibuat.





Gambar 4.9 Tampilan hasil bacaan cahaya dan angin pada alat

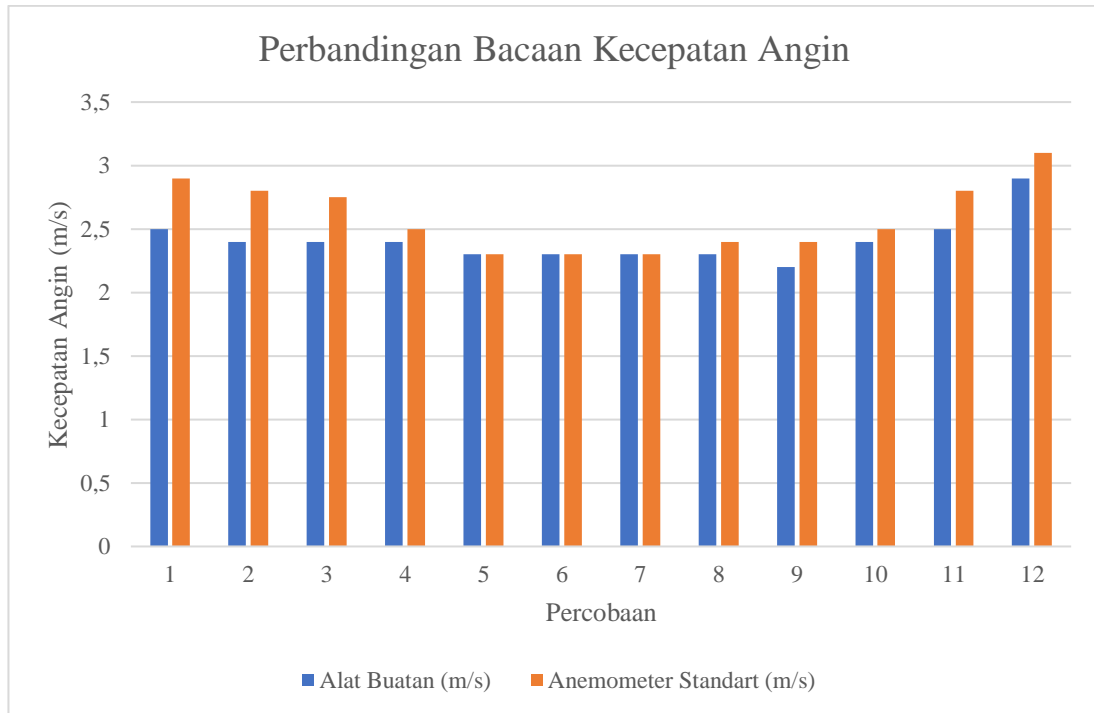
Adapun hasil bacaan pada kedua alat dapat dilihat pada tabel pengambilan data sebagai berikut :

Tabel 4.3 Pengambilan Data Intensitas Cahaya Matahari

Percobaan	Alat Buatan (m/s)	Anemometer Standart (m/s)
1	2,5	2,9
2	2,4	2,8
3	2,4	2,8
4	2,4	2,5
5	2,3	2,3
6	2,3	2,3
7	2,3	2,3
8	2,3	2,4
9	2,2	2,4
10	2,4	2,5

Dapat dilihat dari tabel 4.1 perbedaan hasil bacaan anemometer standart dan alat pembaca kecepatan angin buatan selisih hasil bacaan relatif kecil, hasil bacaan anemometer standart tidak jauh berbeda dengan hasil bacaan alat buatan berbasis mikrokontroller. Adapun perbedaan dapat dilihat pada grafik berikut :





Gambar 4.10 Perbandingan hasil bacaan kecepatan angin

Untuk melihat tingkat error hasil bacaan yang ada pada alat yang telah dibuat dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Error (\%)} = \frac{\text{Selisih Bacaan}}{\text{Bacaan Anemometer Standart}} \times 100\%$$

Maka adapun tabel margin error alat yang digunakan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.4 Margin Error Alat

Percobaan	Anemometer standard(m/s)	Alat Buatan (m/s)	Selisih	Margin Error (%)
1	2,9	2,5	0,4	14%
2	2,8	2,4	0,4	14%
3	2,8	2,4	0,4	13%
4	2,5	2,4	0,1	4%
5	2,3	2,3	0,0	0%
6	2,3	2,3	0,0	0%
7	2,3	2,3	0,0	0%
8	2,4	2,3	0,1	4%
9	2,4	2,2	0,2	8%
10	2,5	2,4	0,1	4%

Dari tabel 4.2 margin error alat dapat dilihat tingkat kesalahan dalam bacaan intensitas kecepatan angin ini relatif rendah dengan rata rata 7% hal ini menandakan sensor kecepatan angin buatan ini efektif untuk menjadi acuan tingkat instensitas cahaya karena hasil bacaan yang relatif sama dengan alat anemometer standart yang ada.

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Setelah melakukan perencanaan dan pembuatan alat serta menganalisa tingkat akurasi dari alat adapun kesimpulan yang diambil adalah sebagai berikut :

1. Perancangan alat dilakukan diawali dengan membuat rangkaian alat sebagai acuan pembuatan alat. Dimana perancangan ini menggunakan sensor LDR sebagai pembaca intensitas cahaya matahari dan sensor kecepatan angin. Dilengkapi dengan LCD sebagai tampilan hasil bacaan pada masing – masing sensor.
2. Setelah melakukan analisis tingkat akurasi dan margin error alat, sensor LDR memiliki tingkat margin error yang tinggi. Hasil bacaan sensor LDR berbeda jauh dengan hasil bacaan lux meter standart. Dimana tingkat error sensor LDR dibandingkan hasil bacaan lux meter standart adalah sebesar 41%, angka ini merupakan relatif tinggi sehingga sensor LDR kurang cocok untuk menjadi acuan pengukuran intensitas cahaya matahari.
3. Sensor kecepatan angin yang dibuat sangat efektif karena memiliki tingkat error yang sangat rendah. Hasil bacaan pada sensor kecepatan angin ini tidak berbanding jauh dengan alat anemometer. Dimana tingkat error sensor ini hanya diangka 7%.

#### **5.1. Saran**

Setelah melakukan perencanaan dan pembuatan alat serta menganalisa tingkat akurasi dari alat adapun kesimpulan yang diambil adalah sebagai berikut :

1. Dapat melakukan perancangan alat dengan sensor yang berbeda beda untuk mendapatkan tingkat akurasi yang lebih tinggi dan margin error yang lebih rendah
2. Mengaplikasikan alat pada pembangkit listrik tenaga hybrid PLTS dan PLTB agar dapat diimplementasikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Haerudin, I., & Yulianti, B. (2021). Simulator Alat Ukur Kecepatan Dan Arah Angin Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3". *Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penelitian Dan Industri Terapan*, 11(1), 44–48.
- PAMUNGKAS, M., HAFIDDUDIN, H., & ROHMAH, Y. S. (2015). Perancangan dan Realisasi Alat Pengukur Intensitas Cahaya. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 3(2), 120. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v3i2.120>
- Prabowo, R., Muid, A., & Adriat, R. (2018). Rancang Bangun Alat Pengukur Kecepatan Angin Berbasis Mikrokontroler ATmega 328P. *Teknik Elektro*, VI(2), 94–100. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jpfu/article/view/25260>
- Putra, B. A. (2016). *Rancang Bangun Alat Ukur Daya Sinar Matahari Berbasis Mikrokontroler*. 1–39.
- Suwarti, Mulyono, & Prasetyo, B. (2017). Pembuatan Monitoring Kecepatan Angin Dan Arah Angin Menggunakan Mikrokontroler Arduino. *Seminar Nasional Pendidikan, Sains Dan Teknologi*, 05(01), 56–64. <https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/psn12012010/article/viewFile/3152/3048>
- Wijayanti, D., Rahmawati, E., & Suchayo, I. (2015). Rancang Bangun Alat Ukur Kecepatan dan Arah Angin Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia*, 4, 150–156. <https://doi.org/10.26740/ifi.v4n3.p%25p>
- Noorly Evalina, Faisal Irsan P, Abdul Azis. 2021. "The Use of Inverters in Solar Power Plants for Alternating Current Loads." Emitter: Blo-Ex Jurnal International
- Purwoto, Bambang Hari. 2018. "Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif." Emitter: Jurnal Teknik Elektro 18(01):10–14.
- Rimbawati. (2023). Analisis Aliran Daya Pembangkit Hybrid (Photovoltaic/Diesel) Pada Menara Mercusuar Di Pulau Pandang. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 6(2), 171–175. <https://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMME/article/view/14224>
- Rimbawati, R., Siregar, Z., Yusri, M., & Al Qamari, M. (2021). Penerapan

- Pembangkit Tenaga Surya Pada Objek Wisata Kampung Sawah Guna Mengurangi Biaya Pembelian Energi Listrik. *Martabe : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), 145. <https://doi.org/10.31604/jpm.v4i1.145-151>
- Martawati, Mira. 2018. "Intensitas Cahaya Terhadap Daya Dari Panel Surya." *Jurnal ELTEK* 16:125–36.
- Setiawan, Wira, Rio Hermawan, and Suardi Suardi. 2018. "Analisa Potensi Angin Dan Cahaya Matahari Sebagai Alternatif Sumber Tenaga Listrik Di Wilayah Laut Sawu." *JST (Jurnal Sains Terapan)* 4(1):57–62.
- Ahmad Wahid, dkk. 2014. "Analisis Kapasitas Dan Kebutuhan Daya Listrik Untuk Menghemat Penggunaan Energi Listrik Di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura." *Jurnal Teknik Elektro UNTAN* 2(1):10.
- Siregar, Matoga, Noorly Evalina, and Moh Zainul Haq. 2021. "Analisa Hubungan Seri Dan Paralel Terhadap Karakteristik Solar Sel Di Kota Medan." *Jurnal Teknik Elektro UNTAN* 3(2):94–100.
- Hossain, M A Et Al. 2011. "Performance Evaluation Of 1 . 68 KwP Dc Operated Solar Pump With Auto Tracker Using Microcontroller Based Data Acquisition System." *International Conference On Mechanical Engineering* 2011 2011(December): 18–20.
- Ananta, Henry Purbawanto, Sugeng, "Model Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dan Surya Skala Kecil Untuk Daerah Perbukitan", Vol. 12, No. 1, 2014 Hal 16-22
- Bachtiar, Antonov Hayyatul, Wahyudi, "Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin PT. Lentera Angin Nusantara (LAN) Ciheras", *Jurnal Teknik Elektro ITP*, vol. 7, No.1, Januari 2018 Hal 34-45
- Manullang Tua Ragidup, N. Agung, and S. W. Enda, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Software Homer Di Departemen Teknik Industri Universitas Diponegoro," vol. 9, no. 2, pp. 148–156, 2020.
- M. Nuryogi and Subiyanto, "Performa Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Terhubung Grid Pada Pembebanan Dinamis," *Renew. Energy J.*, vol. 8, no. 2, p. 50, 2019.
- H. Kurniadi, A. D. Yuliani, I. A. Khairunnisa, S. S. Putri, E. Wardoyo, and I. R. Nugraheni, "Survei Penempatan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Di Tanah

- Laut Berdasarkan Citra Radar Banjarmasin,” *Pros. SNFA (Seminar Nas. Fis. dan Apl.*, vol. 4, p. 129, 2019, doi: 10.20961/prosidingsnfa.v4i0.35920.
- Nuarsa, m., teknik, j., fakultas, m., & universitas, t. (2013). Terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal. 3(1), 50–59.
- Ratnasari, Titi, and Adri Senen. 2017. “Perancangan Prototipe Alat Ukur Arus Listrik Ac Dan Dc Berbasis Mikrokontroler Arduino Dengan Sensor Arus Acs-712 30 Ampere.” *Jurnal Sutet* 7(2): 28–33.
- Kadir, Abdul. 2013. “Pengertian Arduino.” *Arduino* (1): 6–21.

## LAMPIRAN



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA (UMSU)

FAKULTAS TEKNIK-TEKNIK ELEKTRO

### BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

Nama : Khairil Hamsah  
NPM : 1907220097  
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Elektro  
Judul Tugas Akhir : "Rancang Bangun Alat Monitoring Intensitas Cahaya Dan Kecepatan Angin Padan Pembangkit Tenaga Hybrid (PLTS PLTB) Berbasis Mikrokontroler Arduinouno"

No	Tanggal	Catatan Asistensi	Paraf Pembimbing
	10/10-23	Ass. Bab I dan pengantar	
	10/10-23	Ass. Bab II	
	21/10-23	Ass. Bab I, II, III & pers. mengikuti Seapro	

Mengetahui,  
Pembimbing I

Ir Abdul Azis hutasuhut., M.M.



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA (UMSU)

**FAKULTAS TEKNIK-TEKNIK ELEKTRO**

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

Nama : Khairil Hamsah  
NPM : 1907220097  
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Elektro  
Judul Tugas Akhir : "Rancang Bangun Alat Monitoring Intensitas Cahaya Matahari dan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTB PLTS) Berbasis Mikrokontroler Arduionouno"

No	Tanggal	Catatan Asistensi	Paraf Pembimbing
	29/11-'23	Ass. keiril Semperro	
	10/12-'23	Ass. Bab II & Bab IV perikud rancang bangun, alat	
	20/12-'23	Ass. Bab IV penyempurnaan keiril peralihan	
	28/12-'23	Ass. Bab IV Evaluasi Bab I & Bab IV	
	15/01-'24	Ass. Bab IV dan Bab V Evaluasi keiril	
	31/01-'24	Ass. Evaluasi Bab I & Bab V Ace keiril Semperro	

Mengetahui,  
Pembimbing I

Ir. Abdul Aziz Hutasuhut, M.M





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA (UMSU) F  
AKULASTEKNIK-TEKNIK ELEKTRO

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

Nama : Khairil Hamsah  
NPM : 197220097  
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Elektro  
Judul Tugas Akhir : "RANCANG BANGUN ALAT MONITORING INTENSITAS CAHAYA MATAHARI DAN KECEPATAN ANGIN PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HYBRID (PLTB DAN PLTS) BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO"

No	Tanggal	Catatan Asistensi	Paraf Pembimbing
	24/ 11-24	Ace mengikuti stage signing	

Mengetahui,

Pembimbing I

Ir. Abdul Azis Hutasuhut M.M.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Khairil Hamsah  
Alamat : jl. Kayu Putih Gg.Karya LK X,Tanjug Mulia Hilir,  
Kec.Medan Deli,Kota Medan  
NPM : 1907220097  
Tempat/Tanggal lahir : Medan,21 Desember 2001  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Agama : Islam  
Status : Belum Menikah  
No Telepon/whatsaap : 082361474431  
Email : khairilhamsah21@gmail.com  
Tinggi/Berat Badan : 172 cm / 63 kg  
Kewarganegaraan : Indonesia

### DATA ORANG TUA

Nama Ayah : Khairul Fauzi  
Nama Ibu : Suyatni  
Alamat Orang tua : jl. Kayu Putih Gg.Karya LK X,Tanjug Mulia Hilir,  
Kec.Medan Deli,Kota Medan

### RIWAYAT PENDIDIKAN

2007-2013 : SD Swasta Budi Mulia  
2013-2016 : SMP Swasta Yayasan Pendidikan Nasional Marisi  
2016-2019 : SMK Swasta Imelda Medan  
2019-2024 : S1 Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah  
Sumatera utara