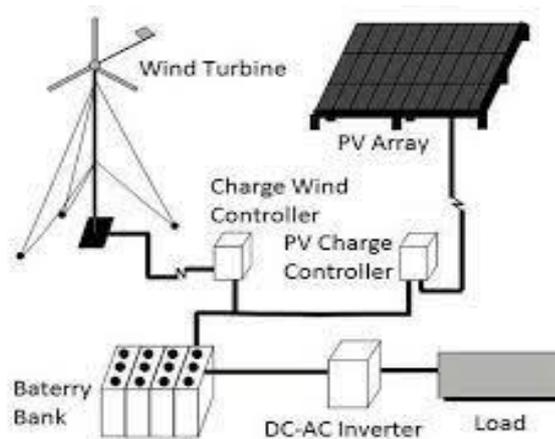


## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid

Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid* merupakan perpaduan variatif pada penggunaan 2 sumber atau lebih tenaga listrik dengan menggunakan energi terbarukan, dimana nantinya kedua sumber tersebut itu akan terhubung satu sama lain dalam menjalankan suatu sistem pembangkit listrik.

Integrasi sumber energi angin dan solar cell untuk pembangkit listrik sangat penting untuk mereduksi pencemaran lingkungan yang disebabkan polutan CO. Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida (PLTH) dipesisir pantai dengan memadukan beberapa sumber energi baru dan terbarukan, seperti; energi angin dan energi matahari. Pembangkit listrik hibrid dalam sistem penggabungan sumber pembangkit listrik mempunyai model penggabungan sumber pembangkit. Model pembangkit listrik hibrid dengan kombinasi sumber energi yang dapat diperbaharui (*renewable*) dengan yang tidak dapat diperbaharui (*unrenewable*).



**Gambar 2. 1** Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid

**Gambar 2.1** Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid

(Sumber dari : Jurnal Polines.ac.id)

## 2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit Listrik Tenaga Surya adalah salah satu jenis pembangkit listrik yang memanfaatkan sumber daya energi terbarukan yakni energi cahaya matahari didalam pemanfaatannya untuk menjalankan sistem pembangkit listrik. Adapun cara kerja dari pembangkit listrik tenaga surya ini ialah memanfaatkan sel surya sebagai salah satu komponen utamanya.

Sel surya adalah seperangkat modul untuk mengkonversi tenaga matahari menjadi energi listrik. Photovoltaic adalah teknologi yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik secara langsung. PV biasanya dikemas dalam sebuah unit yang disebut modul. Dalam sebuah modul surya terdiri dari banyak sel surya yang bisa disusun secara seri maupun paralel. Sedangkan yang dimaksud dengan surya adalah sebuah elemen semi konduktor yang dapat mengkonversi energi surya menjadi energi listrik atas dasar efek photovoltaic. Sel surya mulai populer akhir-akhir ini, selain mulai menipisnya cadangan energi fosil dan isu global warming. Energi yang dihasilkan juga sangat murah karna sumber energi (matahari) bisa didapatkan secara gratis.



**Gambar 2. 2** Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya

(Sumber dari : pompair.com)

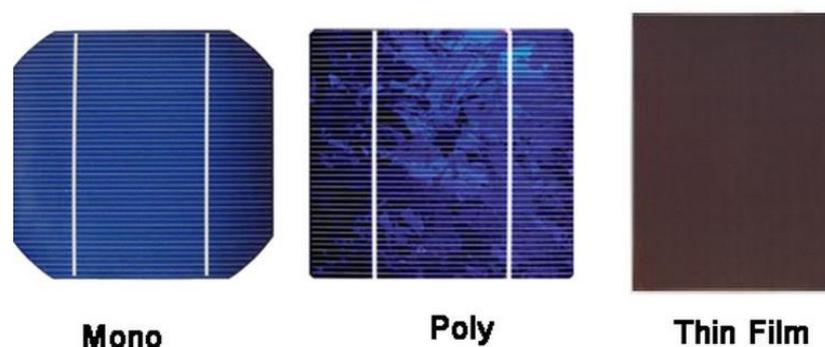
## 2.3 Komponen-komponen Pembangkit Listrik Tenaga Surya

### 2.3.1 Modul Panel Surya

Modul surya adalah rangkaian listrik berisi sel-sel surya yang dibingkai dan dilaminasi untuk memperoleh tegangan listrik dan daya listrik. Tegangan kerja yang umum pada modul surya adalah 12 Volt dan 24 Volt. Daya listrik yang dihasilkan beragam dalam rentang 10 Wp hingga 300 Wp.

Modul surya memiliki unjuk kerja yang dinilai dari hubungan antara arus listrik terhadap tegangan listrik. Ketika hambatan listrik tidak ada di dalam modul, maka arus listrik akan mencapai nilai maksimum di dalam rangkaian listrik. Kondisi ini membuat arus hubung singkat karena tegangan listrik menjadi nol. Sebaliknya, ketika hambatan listrik bernilai sangat besar maka tidak ada pengaliran arus listrik sehingga terjadi

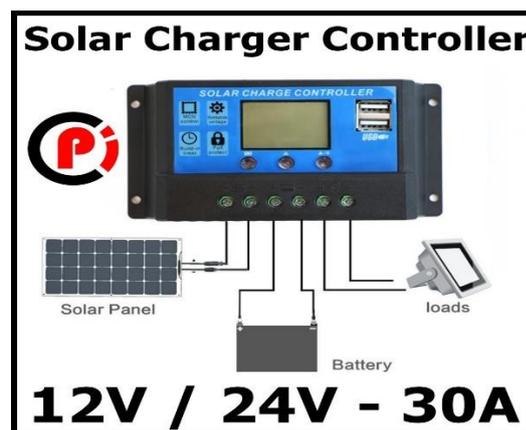
mendapatkan arus yang besar, modul disusun secara paralel. Kebutuhan kapasitas (kWp) panel surya ditentukan oleh besar energi (kWh) yang dibutuhkan beban dalam satu periode dan tingkat radiasi matahari di lokasi. Beberapa faktor dapat mempengaruhi efisiensi panel seperti temperatur, koneksi kabel, inverter, baterai, dan lain-lain, sehingga secara praktek hasil perhitungan yang diperoleh dikoreksi dengan faktor derating yang umumnya sekitar 0,67%. Untuk mendapatkan tegangan yang diinginkan, modul surya disusun secara berderet yang disebut string. Untuk dapatkan daya yang diinginkan, string modul surya disusun secara paralel. Besarnya tegangan string disesuaikan dengan tegangan masukan inverter.



*Gambar 2. 3 Modul Surya*

### 2.3.2 Battery Charge Controller

Charge Controller adalah sebuah modul sistem yang terdapat pada sebuah sistem pembangkit tenaga hibrid yang berfungsi sebagai pengatur arus, Dalam penggunaan panel surya dengan sistem *off-grid*, terdapat sebuah alat yang penting untuk diperhatikan. Alat tersebut adalah SCC (*Solar Charge Controller*), terpasang di antara panel surya dan baterai. SCC adalah sebuah alat elektronik yang berguna mengatur arus listrik yang masuk ke dalam baterai. Yang berguna untuk Menyesuaikan arus listrik yang masuk ke dalam baterai, supaya baterai tidak mengalami *overcharge* atau kelebihan pengisian yang berakibat beterei bisa cepat rusak. Dengan begitu, baterai selalu dalam keadaan kondisi penuh, tetapi tanpa harus *overcharge*



Gambar 2. 4 Battery Charge Control

(Sumber dari : ease2procurement.com)

### 2.3.3 Inverter

Panel surya adalah salah satu bagian atau komponen dalam sebuah sistem listrik tenaga surya seperti pada sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Surya atau PLTS. Solar Power Inverter adalah komponen yang tidak kalah penting dalam sebuah sistem listrik tenaga surya, fungsi solar power inverter ini mengubah energi listrik yang dihasilkan dari panel surya sehingga bisa digunakan untuk menyalakan lampu dan peralatan elektronik lainnya. anel surya menyerap cahaya matahari dan menghasilkan enegi listrik DC (Direct Current). Untuk kebutuhan elektronik di

rumah umumnya menggunakan energi listrik AC (Alternating Current) bukan DC. Di sinilah fungsi dari Solar Power Inverter ini, inverter mengubah arus listrik DC yang dihasilkan dari panel surya dan mengubahnya menjadi arus listrik AC untuk bisa memenuhi kebutuhan barang elektronik di rumah.



*Gambar 2. 5 Inverter*

#### **2.3.4 Baterai**

Baterai (Battery) adalah sebuah alat yang dapat merubah energi kimia yang disimpannya menjadi energi Listrik yang dapat digunakan oleh suatu 12 perangkat Elektronik. Hampir semua perangkat elektronik yang portabel seperti Handphone, Laptop, Senter, ataupun Remote Control menggunakan Baterai sebagai sumber listriknya. Dengan adanya Baterai, kita tidak perlu menyambungkan kabel listrik untuk dapat mengaktifkan perangkat elektronik kita sehingga dapat dengan mudah dibawa kemana-mana. Dalam kehidupan kita sehari-hari, kita dapat menemui dua jenis Baterai yaitu Baterai yang hanya dapat dipakai sekali saja (Single Use) dan Baterai yang dapat di isi ulang (Rechargeable).

Setiap Baterai terdiri dari Terminal Positif (Katoda) dan Terminal Negatif (Anoda) serta Elektrolit yang berfungsi sebagai penghantar. Output Arus Listrik Jika pada penggunaan PLTH ini baterai digunakan untuk menyimpan daya pada sistem pembangkit, dimana suatu pembangkit tenaga surya sangat bergantung pada

penggunaan baterai karena listrik yang dihasilkan dari panel surya hanya bergantung pada intensitas cahaya matahari sehingga jika pada malam hari yang tidak terdapat sumber cahaya matahari, energi yang terdapat dari panel surya pada siang hari di simpan melalui baterai agar listrik dapat digunakan pada malam hari melalui cadangan listrik yang disimpan pada baterai tersebut.



*Gambar 2. 6 Battery*

(Sumber dari : [m.inkuiri.com](http://m.inkuiri.com))

### 2.3.5 Battery Equalizer

Baterai *equalizer* digunakan untuk baterai yang dihubungkan secara seri untuk menjaga tegangan dari baterai sama saat baterai pengisian atau pemakaian. Ketika baterai bekerja di koneksi seri, baterai tegangan mungkin akan tidak sama karena perbedaan dari setiap sel komposisi kimia dan suhu.

Dan setiap battery's *selfdischarge* tingkat juga berbeda. Bahkan baterai tidak bekerja mereka tegangan seri baterai juga akan berbeda. Perbedaan ini akan menyebabkan baterai kehilangan keseimbangan, ini berarti mungkin salah satu baterai kelebihan beban dan yang lainnya adalah tidak cukup dikenakan biaya. Tegangan perbedaan akan meningkat dengan baterai berulang biaya-proses pelepasan. Hal ini akan mengakibatkan kegagalan prematur baterai.

Baterai equalizer adalah transfer energi tipe *equalizer*, dapat mengganti baterai dengan dua sisi. *Equalizer* mulai bekerja ketika ada 10mV antara dua baterai. Saat ini akan mengalir dari tegangan yang lebih tinggi untuk tegangan rendah, akhirnya mencapai keseimbangan. Ini bisa terhubung dengan baterai sistem dengan 24 jam untuk menjaga sistem keseimbangan energi secara otomatis tidak perlu manual pemeliharaan.



*Gambar 2. 7 Battery Equalizer*

## **2.4 Kelebihan dan Kekurangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya**

### **2.4.1 Kelebihan Pembangkit Listrik Tenaga Surya**

Berdasarkan penggunaannya ada beberapa kelebihan dan keuntungan dalam penggunaan PLTS, antara lain ;

- 1) Energi yang melimpah Karena ketersediaan energi berupa energi sinar matahari yang tiada habisnya, namun dipengaruhi oleh faktor siang dan malam, serta kondisi awan dan cuaca.
- 2) Mengurangi beban tambahan biaya pembayaran Didalam pemanfaatannya yang sangat efektif dapat menghilangkan kecenderungan didalam pemakaian Listrik yang disediakan oleh Perusahaan Listrik.
- 3) Tambahan Penghasilan Karena dapat mengelola dan menghasilkan energi listrik sendiri, maka bisa dijadikan sebagai salah satu inovasi agar kelebihan tegangan listrik yang dimiliki dapat didistribusikan ke PT PLN (Persero)

- 4) Beragam Keperluan 15 Dapat menjangkau daerah-daerah yang tidak terjangkau oleh sumber listrik dari PT PLN (Persero)
- 5) Perawatan Mudah Dengan memperhatikan kebersihan panel dan maintenance alat selama satu bulan satu kali.
- 6) Teknologi Terbaru Teknologi dalam industri tenaga surya terus berkembang dan peningkatannya akan semakin intensif di masa depan. Inovasi dalam fisika kuantum dan nanoteknologi berpotensi dapat meningkatkan efektivitas panel surya dan bahkan dapat menggandakannya hingga tiga kali lipat dari input listrik panel surya

#### **2.4.2 Kekurangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya**

Namun berdasarkan kelebihan dan keuntungan pada penggunaan PLTS, ada juga beberapa kekurangan dari penggunaan PLTS ini, antara lain ;

- 1) Biaya Awal Yang Tinggi Kekurangan pembangkit listrik tenaga surya adalah biaya awal untuk membeli komponen tenaga surya yang masih cukup mahal, termasuk untuk membeli panel surya, rak, scc, inverter, baterai, dan kabel. Namun, teknologi tenaga surya terus berkembang yang menunjukkan bahwa harga komponen PLTS akan terus turun di masa akan datang. 2)
- 2) Ketergantungan Cuaca Meskipun energi matahari masih dapat diperoleh saat mendung dan hujan, namun efisiensinya mengalami penurunan. Kelemahan PLTS adalah ketika cuaca mendung, dimana energi yang dihasilkan menjadi lebih sedikit dibanding saat cuaca cerah. Apabila beberapa hari mendung dan hujan akan memberikan efek yang kurang baik pada listrik yang dihasilkan. Jika ingin tetap menggunakan energi matahari saat malam hari maka Anda harus memasang baterai untuk menyimpan daya saat panel surya memproduksi listrik dari pagi hingga sore. 16

- 3) Baterai Mahal Energi matahari dapat langsung digunakan atau disimpan ke baterai. Bank baterai dipakai pada PLTS sistem off grid dan hybrid, dimana pengisian baterai dapat dilakukan dari pagi hingga sore hari. Dengan begitu energi yang disimpan dapat digunakan saat malam tiba. Cara ini merupakan pilihan yang tepat agar dapat menggunakan energi matahari sepanjang hari. Meski biaya yang harus dikeluarkan cukup mahal untuk mendapatkan baterai dalam jumlah yang banyak. Apabila ingin berhemat, maka lebih baik memasang PLTS on grid dimana energi matahari digunakan dari pagi sampai sore sementara listrik PLN digunakan saat malam.
- 4) Butuh Ruang Semakin banyak listrik yang ingin dihasilkan, semakin banyak panel surya yang diperlukan, karena sinar matahari harus dikumpulkan sebanyak mungkin. Akibatnya butuh banyak ruang dan atap yang besar untuk memuat sejumlah panel surya. Alternatif lainnya bisa memasang beberapa panel surya di halaman rumah atau memasang lebih sedikit untuk tetap memenuhi sebagian kebutuhan listrik.
- 5) Limbah dan Polusi Meskipun polusi yang terkait dengan sistem energi matahari jauh lebih sedikit dibandingkan dengan sumber energi lain. Ada beberapa bahan beracun dan berbahaya yang digunakan selama proses pembuatan panel surya yang secara tidak langsung dapat menciptakan limbah di kemudian hari. Namun demikian, polusi energi matahari jauh lebih sedikit dibandingkan dengan sumber energi alternatif lainnya.

## 2.5 Sensor Suhu



Gambar 2. 8 Sensor suhu

Sensor Suhu atau *Temperature Sensors* adalah suatu komponen yang dapat mengubah besaran panas menjadi besaran listrik sehingga dapat mendeteksi gejala perubahan suhu pada obyek tertentu. Sensor suhu melakukan pengukuran terhadap jumlah energi panas/dingin yang dihasilkan oleh suatu obyek sehingga memungkinkan kita untuk mengetahui atau mendeteksi gejala perubahan-perubahan suhu tersebut dalam bentuk output Analog maupun Digital. Sensor Suhu juga merupakan dari keluarga Transduser

### 2.5.1 Jenis Jenis Sensor Suhu

Saat ini terdapat banyak jenis sensor suhu dengan karakteristik yang berbeda-beda sesuai dengan aplikasinya. Berikut ini beberapa jenis sensor suhu yang sering ditemukan dalam rangkaian elektronika ataupun peralatan listrik beserta penjelasan singkatnya :

### 2.5.2 Thermostat

Termostat adalah suatu perangkat yang dapat memutuskan dan menyambungkan arus listrik pada saat mendeteksi perubahan suhu di lingkungan sekitarnya sesuai dengan pengaturan suhu yang ditentukan. Pada umumnya, Termostat yang digunakan saat ini dapat kita bedakan menjadi dua jenis utama yaitu Termostat Mekanikal dan Termostat Elektronik. Termostat Mekanikal pada dasarnya merupakan jenis Sensor suhu Kontak (Contact Temperature Sensor) yang menggunakan prinsip Electro-Mechanical sedangkan Termostat Elektronik menggunakan komponen-komponen elektronika untuk mendeteksi perubahan suhunya.



*Gambar 2. 9 sensor Thermostat*

### 2.5.3 Thermistor

Thermistor adalah komponen elektronik yang nilai resistansinya dipengaruhi oleh suhu. Thermistor yang merupakan singkatan dari Thermal Resistor ini pada dasarnya terdiri dari 2 jenis yaitu PTC (Positive Temperature Coefficient) yang nilai resistansinya menurun ketika suhunya meningkat tinggi. Thermistor banyak dipakai di peralatan Elektronika seperti Voltage Regulator, Sensor suhu kulkas, pendeteksi kebakaran, Sensor suhu pada Otomotif, Sensor suhu pada komputer, sensor untuk memantau pengisian ulang Baterai pada ponsel, kamera dan laptop.

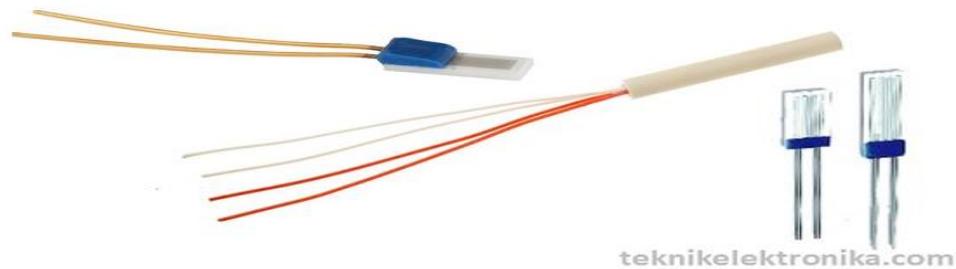


*Gambar 2. 10 Sensor Thermistor*

#### **2.5.4 Resistive Temperature Detector (RTD)**

RTD yang merupakan singkatan dari Resistance Temperature Detector adalah sensor suhu yang pengukurannya menggunakan prinsip perubahan resistansi atau hambatan listrik logam yang dipengaruhi oleh perubahan suhu. RTD adalah salah satu sensor suhu yang paling banyak digunakan dalam otomatisasi dan proses kontrol.

Pada tipe elemen wire-wound atau tipe standar, RTD terbuat dari kawat yang tahan korosi, yang dililitkan pada bahan keramik atau kaca, yang kemudian ditutup dengan selubung probe sebagai pelindung. Selubung probe ini biasanya terbuat dari logam inconel (logam dari paduan besi, chrom, dan nikel). Inconel dipilih sebagai selubung dari RTD karena tahan korosi dan Ketika ditempatkan dalam medium cair atau gas, selubung inconel cepat dalam mencapai suhu medium tersebut. Antara kawat RTD dan selubung juga terdapat keramik (porselen isolator) sebagai pencegah hubung pendek antara kawat platina dan selubung pelindung. Perhatikan gambar dibawah ini.



Gambar 2. 11 Sensor rtd

### Thermocouple

Termokopel (Thermocouple) adalah jenis sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor berbeda yang digabung pada ujungnya sehingga menimbulkan efek “*Thermo-electric*”. Efek *Thermo-electric* pada Termokopel ini ditemukan oleh seorang fisikawan Estonia bernama *Thomas Johann Seebeck* pada Tahun 1821, dimana sebuah logam konduktor yang diberi perbedaan panas secara gradient akan menghasilkan tegangan listrik. Perbedaan Tegangan listrik diantara dua persimpangan (junction) ini dinamakan dengan Efek “*Seeback*”.

Termokopel merupakan salah satu jenis sensor suhu yang paling populer dan sering digunakan dalam berbagai rangkaian ataupun peralatan listrik dan Elektronika yang berkaitan dengan Suhu (Temperature). Beberapa kelebihan Termokopel yang membuatnya menjadi populer adalah responnya yang cepat terhadap perubahan suhu dan juga rentang suhu operasionalnya yang luas yaitu berkisar diantara  $-200^{\circ}\text{C}$  hingga  $2000^{\circ}\text{C}$ . Selain respon yang cepat dan rentang suhu yang luas, Termokopel juga tahan terhadap guncangan/getaran dan mudah digunakan.



*Gambar 2. 12 Themocouple*

Sensor suhu atau themometer sensor juga dapat dibedakan menjadi dua jenis utama berdasarkan Hubungan fisik sensor suhu dengan objek yang akan dirasakan suhunya

### **2.5.6 Jenis-Jenis Sensor Suhu Berdasarkan Hubungan Fisik Sensor Dan Objek**

#### **1. Contact Temperature Sensor**

Sensor suhu jenis contact adalah sensor suhu yang memerlukan kontak fisik dengan objek yang dirasakan perubahan suhunya. Sensor suhu jenis ini dapat digunakan untuk memantau suhu benda padat, cair maupun gas.

#### **2. Non Contact Temperature Sensor**

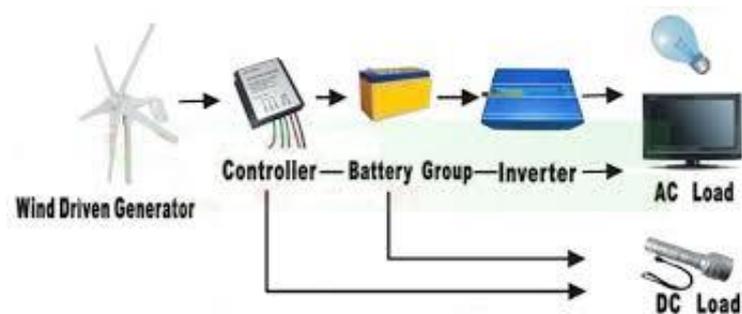
Sensor suhu non contact ini adalah sensor suhu yang mampu mendeteksi perubahan suhu dengan menggunakan konvesi ataupun radiasi sehingga tidak memerlukan kontak fisik secara langsung dengan objek yang akan di ukur atau dideteksi suhunya.

## 2.6 Pembangkit Listrik Tenaga Bayu

Turbin angin atau dalam bahasa sederhana kincir angin merupakan turbin yang digerakkan oleh angin, yaitu udara yang bergerak diatas 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.

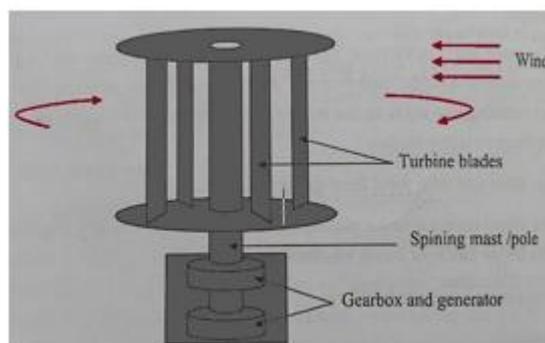
Turbin angin terdahulu banyak dibangun di Denmark, Belanda, dan negara-negara Eropa lainnya dan lebih dikenal dengan Windmill. Sebagai pembangkit listrik, turbin angin telah digunakan di Denmark sejak tahun 1890. Dalam beberapa dekade terakhir ini, kekhawatiran akan habisnya energi fosil telah mendorong pengembangan dan penggunaan turbin angin secara meluas dalam mengakomodasi kebutuhan listrik masyarakat dengan prinsip konversi energi. Pada saat ini, angin merupakan salah satu sumber energi dengan perkembangan relatif cepat dibanding sumber energi lainnya. Walaupun demikian sampai saat ini pembangunan turbin angin masih belum dapat menyaingi pembangkit listrik konvensional. Pengkajian potensi angin harus dilakukan dengan baik guna memperoleh suatu sistem konversi angin yang tepat. Pengkajian potensi angin pada suatu daerah dilakukan dengan cara mengukur serta menganalisa kecepatan maupun arah angin.

Dasar dari alat untuk merubah energi angin adalah kincir angin. Meskipun masih terdapat susunan dan perencanaan yang beragam, biasanya kincir angin digolongkan menjadi dua tipe (horizontal dan vertikal). Kincir jenis ini mempunyai rotasi horizontal terhadap tanah (secara sederhana yaitu sejajar dengan arah tiupan angin). Prinsip dasar kincir angin adalah mengkonversi tenaga mekanik dari putaran kincir menjadi energi listrik dengan induksi magnetik. Putaran kincir dapat terjadi dengan efektif dengan mengaplikasikan dasar teori aerodinamika pada desain batang kincir (*blade*).



*Gambar 2. 13 Pembangkit Listrik Tenaga Bayu*

### 2.6.1 Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Bayu



*Gambar 2. 14 Komponen-Komponen Wind Turbine*

(Sumber: [https://mechanicalboost.com/types-of-wind-turbine/#1\\_Darrieus\\_Wind\\_Turbine](https://mechanicalboost.com/types-of-wind-turbine/#1_Darrieus_Wind_Turbine))

### 2.6.2 Gearbox

*GearBox* merupakan komponen yang digunakan untuk menghubungkan poros kecepatan rendah dan dapat menaikkan putaran berkisar 30-60 rotasi permenit (RPM) menjadi 1000-1800 rotasi permenit (RPM) untuk memutar generator listrik.

### 3.2.1 Generator

Generator adalah peralatan elektronika mekanik yang mengubah besaran energi mekanik menjadi energi listrik arus bolak-balik. Pada prinsipnya, setiap generator AC dapat disebut sebagai alternator, akan tetapi istilah tersebut sering disama artikan dengan mesin putaran kecil

yang dikendalikan oleh automotif atau mesin pembakaran internal. Salah satu contoh, alternator digunakan sebagai mesin pembangkit listrik arus bolak-balik dengan tenaga turbin uap yang sering dikenal sebagai turbo-alternator

#### **2.6.4 Brake**

Suatu rem yang digunakan untuk menjaga atau menghentikan rotor dalam keadaan darurat atau keadaan angin yang diluar dugaan dimana alat ini juga digunakan untuk menjaga putaran poros apabila gearbox sedang bekerja di titik aman. Apabila terdapat angin yang kencang atau angin yang tidak terduga sehingga brake sistem ini dapat memperlambat putaran pada generator sehingga generator dapat berjalan secara optimal.

#### **2.6.5 Bilah Kipas**

Kebanyakan kincir angin mempunyai 3 atau 6 bilah kipas (*blades*). Bilah kipas berfungsi untuk menangkap angin dan merubahnya menjadi putaran yang akan diteruskan ke generator.

#### **2.6.6 Sudut Bilah Kipas (Pitch)**

Sudut bilah kipas (*pitch*) adalah sudut pengaturan pada bilah-bilah kipas yang diperlukan untuk mengatur kecepatan putar rotor.

#### **2.6.7 Controller**

Alat yang digunakan untuk mengontrol mesin dengan kecepatan angin 12-25 km/jam dan kemudian mematakannya pada kecepatan 90 km/jam karena turbin tidak bergerak diatas 90 km/jam karena apabila tiupan angin terlalu keras dapat menyebabkan kerusakan.

#### **2.6.8 Anemometer**

Anemometer berfungsi untuk mengukur kecepatan angin. Sinyal elektronik yang merepresentasikan kecepatan angin dari anemometer diteruskan ke *electronic controller* yang kemudian mengatur rem dan mengatur sudut bilah-bilah kipas. Kincir angin akan mulai berputar pada kecepatan angin 5

m/s dan akan dihentikan secara otomatis pada kecepatan angin 25 m/s. Ini dilakukan untuk melindungi turbin dan lingkungan sekitar.



*Gambar 2. 15 Anemometer*

*(Sumber dari : <https://tokopedia.com>)*

## **2.7 Komponen Sistem Kontrol Suhu Panel Surya**

### **2.7.3 Arduino Uno**

Arduino Uno adalah salah satu jenis papan mikrokontroler berbasis ATmega328, dan Uno adalah istilah bahasa Italia yang artinya satu. Arduino Uno dinamai untuk menandai peluncuran papan mikrokontroler yang akan datang yaitu Arduino Uno Board 1.0. Papan ini mencakup pin-14 I / O digital, colokan listrik, i/ps-6 analog, resonator keramik-A16 MHz, koneksi USB, tombol RST, dan header ICSP. Semua ini dapat mendukung mikrokontroler untuk operasi lebih lanjut dengan menghubungkan papan ini ke komputer. Catu daya papan ini dapat dilakukan dengan bantuan adaptor AC ke DC, kabel USB, atau baterai.



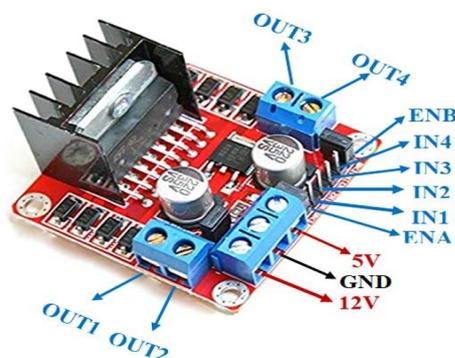
*Gambar 2. 16 Arduino Uno*

#### 2.7.4 Motor Driver

Driver motor L298N merupakan modul driver motor DC yang paling banyak digunakan atau dipakai di dunia elektronika yang difungsikan untuk mengontrol kecepatan serta arah perputaran motor DC.

IC L298 merupakan sebuah IC tipe H-bridge yang mampu mengendalikan beban-beban induktif seperti relay, solenoid, motor DC dan motor stepper. Pada IC L298 terdiri dari transistor-transistor logik (TTL) dengan gerbang nand yang berfungsi untuk memudahkan dalam menentukan arah putaran suatu motor dc maupun motor stepper.

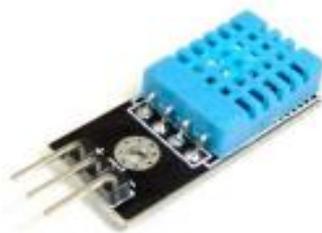
Kelebihan akan modul driver motor L298N ini yaitu dalam hal kepresisian dalam mengontrol motor sehingga motor lebih mudah untuk dikontrol.



*Gambar 2. 17 Motor Driver*

### 2.7.5 Sensor Suhu DHT 11

Sensor DHT11 adalah module sensor yang berfungsi untuk mensensing objek suhu dan kelembaban yang memiliki output tegangan analog yang dapat diolah lebih lanjut menggunakan mikrokontroler. Module sensor ini tergolong kedalam elemen resistif seperti perangkat pengukur suhu seperti contohnya yaitu NTC. Kelebihan dari module sensor ini dibanding module sensor lainnya yaitu dari segi kualitas pembacaan data sensing yang lebih responsif yang memiliki kecepatan dalam hal sensing objek suhu dan kelembaban, dan data yang terbaca tidak mudah terinterferensi. Sensor DHT11 pada umumnya memiliki fitur kalibrasi nilai pembacaan suhu dan kelembaban yang cukup akurat. Penyimpanan data kalibrasi tersebut terdapat pada memori program OTP yang disebut juga dengan nama koefisien kalibrasi. Sensor ini memiliki 4 kaki pin, dan terdapat juga sensor DHT11 dengan breakout PCB yang terdapat hanya memiliki 3 kaki.



*Gambar 2. 18 Sensor Suhu DHT11*

( sumber : [eprints.utdi.ac.id](http://eprints.utdi.ac.id))

- Tegangan masukan : 5 Vdc
- Rentang temperatur : 0-50 ° C kesalahan  $\pm 2$  ° C
- Kelembaban : 20-90% RH  $\pm 5$ % RH error

### 2.7.6 LCD 16x2

LCD (Liquid Crystal Display) merupakan komponen elektronika yang berfungsi untuk menampilkan suatu data dapat berupa karakter, huruf, symbol maupun grafik. Karena ukurannya yang kecil maka LCD banyak dipasangkan dengan Mikrokontroler. LCD tersedia dalam bentuk modul yang mempunyai pin data, control catu daya, dan pengatur kontras



Gambar 2. 19 2.19 Lcd 16x2

(Sumber: <https://www.addicore.com/1602-16x2-Character-LCD-with-I2Cbackpack-p/156.htm> :)

### 2.7.7 Modul I2C

I2C / TWI modul LCD2004 adalah sebuah sistem peraga menggunakan LCD dot matrix 16x2 karakter berbasis IC Hitachi HD44780 dengan I2C serial bus kecepatan tinggi yang diproduksi oleh DFRobot. Sistem peraga LCD dot matrix 16x2 karakter berbasis IC HD44780 dapat dihubungkan ke board Arduino Uno hanya menggunakan 2 (dua) buah kaki Analog A4 dan A5 selain sumber tegangan DC +5 Volt. Kaki Analog A4 dan A5 dari Arduino Uno dihubungkan ke kaki SDA dan kaki SCL dari serial board. Diperlukan sebuah file library `LiquidCrystal_I2C.h` agar sebuah board Arduino Uno dapat digunakan untuk menggerakkan LCD dot matrix 16x2 karakter berbasis IC Hitachi HD44780 dengan I2C serial bus



**Gambar 2.20 Modul I2C**