

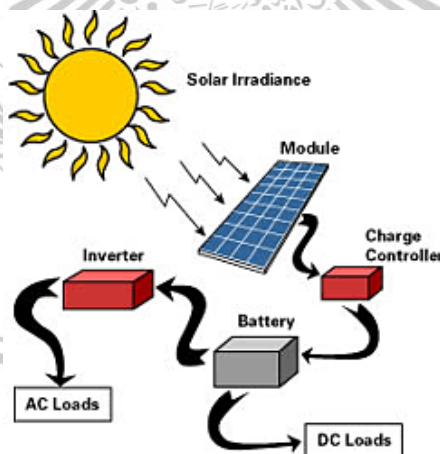
## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya

PLTS adalah sistem pembangkit yang menggunakan energi matahari berdasarkan prinsip *photovoltaic* diubah menjadi energi listrik. *Photovoltaic* terjadi pada permukaan sel surya ketika tersinari oleh matahari. Kemudian, sinar cahaya matahari yang diserap diubah menjadi energi listrik. Hal ini disebabkan energi foton cahaya melepaskan elektron sehingga mengalir sambungan semikonduktor tipe n dan p, sehingga menimbulkan arus listrik. Sistem PLTS ini merupakan sumber energi yang ramah lingkungan karena sinar matahari mudah didapat di Indonesia yang merupakan negara yang berada di garis khatulistiwa[11].

PLTS pada dasarnya adalah pembangkit listrik yang dirancang untuk menyuplai listrik dalam jumlah kecil, menengah, dan besar. Komponen utama pembangkit listrik pada sistem PLTS adalah panel surya, *charge controller*, baterai dan inverter. Listrik yang dihasilkan oleh panel surya berupa tegangan DC dikirim ke *charge controller* yang disimpan pada baterai, kemudian diubah menjadi tegangan bolak-balik oleh power inverter sehingga dapat digunakan untuk menyuplai beban tegangan AC.



Gambar 2.1 Proses Pembangkitan PLTS

Keunggulan PLTS sebagai sumber energi alternatif terbarukan menjadi salah satu solusi yang mendukung upaya pemerintah dalam menyediakan listrik bagi khalayak umum, karena tidak dapat dimungkiri bahwa sumber energi fosil dapat habis. Oleh karena itu, penggunaan sumber sinar matahari sebagai sumber

energi terbarukan dapat digunakan untuk penerangan dan penggunaan listrik dalam kehidupan,

## **2.2 Arus, Tegangan, dan Daya**

Arus merupakan elektron yang berubah kecepatannya terhadap waktu atau dapat diartikan electron yang mengalir dalam satuan waktu. Arus terbagi menjadi dua, yaitu arus *Direct Current* (DC) dan arus *Alternating Current* (AC). Pada arus terdapat dua muatan, yaitu muatan positif (+) dan muatan negatif (-). Satuan dari arus adalah Ampere (A).

Tegangan atau nama lainnya beda tegangan adalah suatu tenaga yang akan menggerakkan elektron dari terminal satu ke terminal lainnya. Tegangan memiliki satuan yaitu Volt (V) [15].

Daya adalah besarnya energi pada suatu penghantar dalam setiap satuan waktu. Daya memiliki satuan yaitu Watt (W). Daya sering dijumpai pada perangkat elektronik seperti lampu, kulkas, dan lain-lain.

## **2.3 Panel Surya**

Panel surya atau sel surya (*solar cell*) adalah komponen elektronik yang dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik dengan arus DC. Cara kerja sel surya adalah dengan cara menangkap foton dari matahari. Foton ini akan menghasilkan pergerakan elektron positif dan elektron negative, sehingga terciptanya arus listrik. Arus DC yang dihasilkan kemudian diubah menjadi arus AC dengan menggunakan inverter. Arus AC lalu dialirkan menuju rangkain listrik pada bangunan sesuai kebutuhan pada peralatan listrik. Maka dari itu dapat melihat besarnya biaya kWh meter [2].

Secara umum panel surya dibagi menjadi tiga jenis berdasarkan cara produksi, diantaranya seperti dibawah ini:

1. Monokristal (*Mono-crystalline*)

Sel surya tipe ini menggunakan teknologi terbaru untuk produksinya. Secara efisiensi tipe ini merupakan penghasil daya listrik yang paling optimal. Tipe sel surya ini digunakan pada daerah yang memiliki kondisi cahaya yang tidak menentu. Efisiensi tipe ini sebesar 15% meskipun pada tempat yang kurang sinar matahari sehingga menurunkan efisiensi secara cepat pada kondisi berawan.

2. Polikristal (*Poly-Crystalline*)

Sel surya tipe ini terdiri dari beberapa kristal yang disusun secara acak pada pembuatannya. Tipe panel ini memerlukan tempat yang luas untuk menghasilkan daya listrik yang sama dan mempunyai tingkat efisiensi lebih rendah dibandingkan dengan tipe monokristal, sehingga harga beli lebih rendah dari tipe monokristal.

3. *Thin Film Photovoltaic*

Sel Surya ini terdiri dari dua lapisan tipis mikrokristalsilicon dan amorphous yang memiliki efisiensi 8.5% sehingga untuk luas permukaan dan energi per watt yang dihasilkan lebih besar daripada monokristal & polykristal. Inovasi terbarunya berupa *Thin Film Triple Junction Photovoltaic* (dengan tiga lapisan) yang dapat bekerja pada kondisi yang sangat berawan dan dapat menghasilkan daya listrik hingga 45% lebih tinggi dari panel jenis lain dengan daya yang sama [2].

## 2.4 Internet of Things

IoT merupakan konsep dimana komponen satu dengan komponen lainnya dapat terhubung dengan sensor melalui jaringan nirkabel. Cara kerja IoT adalah mengkomunikasikan komponen satu dengan komponen lainnya agar dapat dilakukan pengendalian jarak jauh menggunakan internet sebagai medianya. IoT berfungsi untuk mengatur beberapa komponen untuk melakukan suatu tujuan tertentu dengan efisien dan dapat diatur melalui internet. IoT memiliki kemampuan untuk *self-magement* dan *self-optimization*. Aspek IoT mencakup keamanan, privasi, jasa, arsitektur perangkat lunak, dampak pada sosial, model bisnis, arsitektur sistem, dan manajemen [3].

## 2.5 MikroKontroler

Merupakan alat elektronika digital yang mempunyai *input* dan *output* serta kontrol yang dapat digunakan dan dihapus melalui program. Mikrokontroler sering digunakan sebagai pelengkap peralatan yang dikendalikan secara otomatis, seperti pada kontrol mesin, *remote control*, dan lain sebagainya. Dengan menghemat dimensi, biaya dan penggunaan tenaga dibanding menggunakan mikroprosesor dan alat *input output* yang terpisah. Penggunaan mikrokontroler membuat pengaturan elektronik untuk berbagai proses menjadi lebih mudah.

### 2.5.1 Arduino Uno

Arduino Uno adalah salah satu jenis mikrokontroler yang komponennya berisi ATmega 328P. Arduino Uno memiliki beberapa pin yang terdiri atas 14 pin *digital* dan 6 pin *input analog*, selain itu memiliki osilator kristal 16 MHz, kabel USB dan *power jack*. Arduino Uno dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.2 Arduino Uno

Secara umum spesifikasi dari Arduino Uno dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Uno [4].

Spesifikasi	Nominal
Tegangan pengoperasian	5V
Tegangan <i>input</i> yang disarankan	7-12V
Batas tegangan <i>input</i>	6-20V
Jumlah pin I/O digital	14
Jumlah pin <i>input</i> analog	6
Arus DC tiap pin I/O	20 mA
Arus DC untuk pin 3.3V	50 mA
<i>Clock Speed</i>	16 MHz
<i>Flash Memory</i>	32 KB
SRAM	2 KB

Arduino Uno dapat berfungsi jika terkoneksi dengan USB atau dengan catu daya dari *powersupply* DC. Arduino Uno memiliki pin-pin daya, yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Pin VIN berfungsi untuk menyalurkan tegangan *input* ke *board* Arduino Uno ketika *board* menggunakan sumber suplai eksternal.
- b. Pin 5V merupakan pin *output* dengan tegangan 5 Volt yang diatur dari regulator pada *board*.

- c. Pin 3,3 V merupakan pin *output* yang menyalurkan 3,3 Volt.
- d. Pin GND merupakan Pin *ground*.
- e. Pin IOREF merupakan pin yang menyediakan tegangan referensi sesuai dengan keinginan pengguna [4].

### 2.5.2 NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah pengembangan dari ESP 8266 dengan *firmware* berbasis e-Lua. Bahasa Lua memiliki logika dan susunan pemrograman yang sama dengan C hanya berbeda *syntax*. Jika menggunakan bahasa Lua maka dapat menggunakan *tool* Lua loader maupun Lua up loader. Pada NodeMCU dilengkapi dengan *micro usb port* yang berfungsi untuk pemrograman maupun *power supply*. Selain itu pada NodeMCU dilengkapi dengan tombol *push button* yaitu tombol untuk *reset* dan *flash* [5].

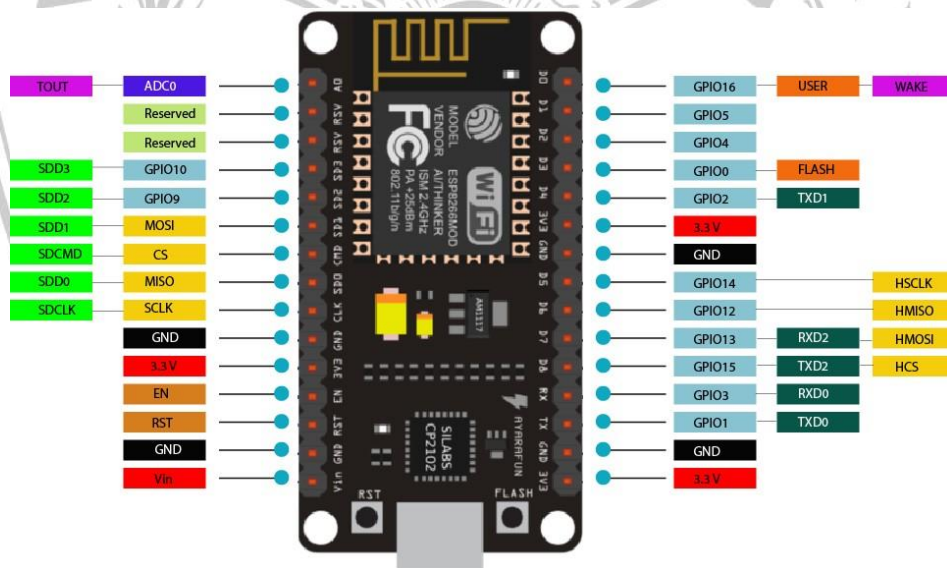
Selain dengan bahasa Lua NodeMCU juga *support* dengan *software* Arduino IDE dengan sedikit perubahan *board manager* pada Arduino IDE. Sebelum digunakan *board* ini harus di *reset* terlebih dahulu. Jika menggunakan Arduino IDE maka menggunakan *firmware* keluaran dari Ai-Thinker yang support AT Command. Untuk penggunaan *tool loader Firmware* yang di gunakan adalah *firmware* NodeMCU. Modul NodeMCU ESP8266 dapat dilihat pada Gambar 2.6:





Gambar 2.3 NodeMCU ESP8266

Skematik posisi pin dari NodeMCU ESP8266 dapat dilihat pada Gambar 2.7



Spesifikasi dari modul NodeMCU ESP8266 dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut ini:

Tabel 2.2 Spesifikasi NodeMCU ESP8266 [6]

Spesifikasi	NodeMCU V3
Mikrokontroler	ESP8266
Ukuran Board	57 mm x 30 mm
Tegangan <i>Input</i>	3.3-5 Volt
GPIO	13 Pin
Kanal PWM	10 Kanal
10 Bit ADC Pin	1 Pin
Flash Memory	4 MB
Clock Speed	40/26/24 MHz
WiFi	IEEE 802.11 b/g/n
Frekuensi	2.4 GHz – 22.5 GHz
USB Port	Micro USB
USB to Serial Converter	CH340G



## 2.6 Sensor Arus ACS712

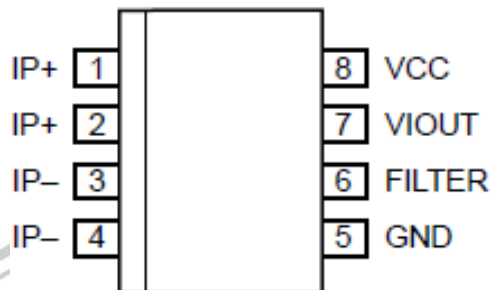
Sensor arus ACS712 menggunakan prinsip *Hall Effect Current Sensor*. *Hall effect* ACS712 merupakan sensor yang presisi sebagai pengukur arus AC maupun DC secara digital. Sensor ini diperlukan dibidang industri, otomotif, komersil dan sistem komunikasi. Umumnya penggunaan sensor ini digunakan untuk mengontrol motor, pendeteksi beban listrik, switched-mode power supplies dan proteksi beban berlebih [7], bentuk fisik dari sensor arus ACS712 dapat dilihat pada gambar 2.8 di bawah ini.



Gambar 2.5 Sensor arus ACS712

Sensor ini memiliki pembacaan dengan presisi yang tinggi, karena didalamnya terdapat rangkaian *low-offset linear Hall* dengan satu lintasan yang terbuat dari tembaga. Cara kerja sensor ini adalah arus yang mengalir pada kabel tembaga yang menghasilkan medan magnet yang ditangkap oleh *integrated Hall IC*, kemudian dibaca dan diubah menjadi tegangan proporsional. Akurasi pembacaan sensor secara optimal dengan cara pemasangan komponen penghantar yang menghasilkan medan magnet dengan *hall transducer* secara berdekatan. Tepatnya, tegangan proporsional yang rendah akan menstabilkan *Bi CMOS Hall IC* yang didalamnya yang telah dibuat untuk presisi yang tinggi oleh pabrik. Berikut *terminal list* dan gambar *pin out* ACS712.

## Pin-out Diagram ACS712

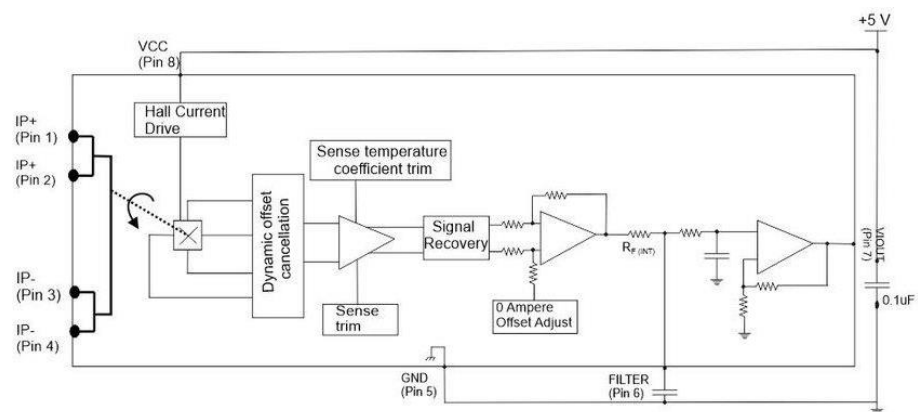


Gambar 2.6 *Pin out ACS712* [7]

Tabel 2.3 Terminal list sensor arus ACS712 [7]

<i>Number</i>	<i>Name</i>	<i>Description</i>
1 and 2	IP+	Terminals for current being sampled ; fused internally
3 and 4	IP-	Terminals for current being sampled ; fused internally
5	GND	Signal ground terminal
6	FILTE R	Terminal for external capacitor that sets bandwidth
7	VOUT	Analog output signal
8	VCC	Device power supply terminal

Pada Gambar 2.9 *pin out* dan Tabel 2.3 *terminal list* diatas dapat dilihat tata letak I/O dari sensor arus dan kegunaan dari masing-masing pin dari sensor arus ACS712. Hambatan dalam penghantar sensor sebesar 1,2 m $\Omega$ . Jalur terminal konduktif secara kelistrikan diisolasi dari sensor leads/mengarah (pin 5 sampai pin 8). Hal ini menjadikan sensor arus ACS712 dapat diaplikasikan pada alat yang membutuhkan isolasi listrik tanpa menggunakan opto-isolator atau teknik isolasi lainnya. Sensor ini telah dikalibrasi oleh pabrik. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 2.8 blok diagram sensor arus ACS712.



Gambar 2.7 Blok diagram ACS712

Fitur yang di miliki ACS712 sebagai berikut:

- *Rise time output* = 5  $\mu$ s.
- Bandwidth sampai dengan 80 kHz.
- Total kesalahan *output* 1,5% pada suhu kerja = 25°C.
- Tahanan konduktor internal 1,2 m $\Omega$ .
- Tegangan isolasi minimum 2,1 kVRMS antara pin 1-4 dan pin 5-8.
- Sensitivitas *output* 185 mV/A.
- Mampu mengukur arus AC atau DC hingga 5 A.
- Tegangan *output* proporsional terhadap *input* arus AC atau DC.
- Tegangan kerja 5 VDC.

Rumus tegangan pada pin Out =  $2,5 \pm (0,185 \times I)$  Volt, dimana I = arus yang terdeteksi dalam satuan Ampere.

## 2.7 Solar Charge Controller

*Solar charge controller* adalah alat yang berfungsi mengatur arus DC dari panel surya untuk disimpan pada baterai dan menyalurkan dari baterai menuju ke beban. *Solar charge controller* dapat mengatur kelebihan pengisian apabila baterai sudah penuh dan menghentikan pengisian baterai. Kelebihan pengisian ini dapat berakibat fatal karena dapat mengurangi umur dari baterai [12].



Gambar 2.8 Solar Charge Controller

## 2.8 Trimmer Potensiometer

Trimmer potensiometer atau trimpot merupakan resistor yang nilai resistansinya dapat diubah dengan cara memutar bagian minus menggunakan obeng. Sehingga nilai resistansinya dapat diubah sesuai keinginan. Nilai resistansi pada trimpot dapat dilihat pada bagian trimpot itu sendiri. Trimpot memiliki tiga kaki yang biasa digunakan untuk dipasangkan pada PCB [13].



Gambar 2.9 Trimpot

## 2.9 Baterai

Baterai atau ACCU adalah perangkat yang dapat menyimpan energi listrik. Baterai menyimpan energi listrik dalam jangka waktu tertentu bergantung pada spesifikasi baterai itu sendiri. Perangkat ini bertujuan memudahkan penggunaan secara *portable* untuk bisa digunakan di tempat yang sulit dijangkau [14]. Baterai juga terbagi menjadi dua, yaitu baterai primer dan baterai sekunder. Baterai primer adalah baterai yang penggunaannya hanya sekali pakai. Baterai sekunder adalah baterai yang penggunaannya dapat digunakan berkali-kali dengan cara diisi dengan listrik.



Gambar 2.10 Baterai