

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid**

Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTH) merupakan jenis pembangkit listrik yang mengintegrasikan beberapa sumber energi sekaligus untuk memenuhi kebutuhan energi listrik pada beban yang sama. Tujuan utama dari PLTH adalah untuk mengkombinasikan dua atau lebih sumber energi sehingga mereka saling melengkapi kelemahan masing-masing, mencapai keandalan pasokan dan efisiensi ekonomis pada jenis beban tertentu. Jenis energi yang dapat digunakan dalam pembangkit listrik hibrida mencakup tenaga angin, tenaga air, tenaga gas, tenaga nuklir, tenaga uap, dan energi surya. Salah kombinasi yang umum adalah menggabungkan sumber energi dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan Pembangkit Listrik Nasional (PLN)<sup>[9]</sup>.

#### **2.2 Panel Surya**

Panel Surya adalah gabungan *solar cell* yang dapat mengkonversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Satu keping sel surya tersusun dari kutub positif dan kutub negatif. *Solar cell* merupakan lapisan tipis yang terbuat dari bahan semikonduktor silikon (Si) murni, atau bahan semikonduktor yang memiliki sifat logam, anti reflektif dan strip konduktor logam yang kemudian tersusun menjadi modul surya. Modul surya adalah sejumlah *solar cell* yang dirangkai secara seri dan paralel, untuk meningkatkan tegangan dan harus yang dihasilkan sehingga cukup untuk pemakaian sistem catu daya beban. Prinsip kerja Solar cell dimulai dari partikel yang disebut “Foton” yang merupakan partikel sinar matahari yang sangat kecil. Ketika foton tersebut menghantam atom semikonduktor sel surya sehingga dapat menimbulkan energi yang besar untuk memisahkan elektron dari struktur atomnya<sup>[10]</sup>.



**Gambar 2. 1 Panel Surya**

**Tabel 2. 1 Spesifikasi Panel Surya**

Spesifikasi Produk	
<i>Type</i>	<i>Monocrystalline</i>
<i>Maximum Power</i>	100 W
<i>Maximum Power Voltage (Vmp)</i>	17.8V
<i>Maximum Power Current (Imp)</i>	5.62A
<i>Open Circuit Voltage (Voc)</i>	21.8V
<i>Short Circuit Currents (Isc)</i>	6.05A

### 2.3 Solar Charger Controller

*Solar Charger Controller* (SCC) atau pengontrol pengisian daya surya merupakan komponen yang sangat penting dalam setiap instalasi tenaga surya. *Solar Charger Controller* berfungsi untuk melindungi dan melakukan otomatisasi pengisian baterai yang dicas menggunakan listrik dari panel surya sehingga dapat mengoptimalkan sistem dan menjaga agar masa pakai baterai dapat maksimal. Prinsip kerja pada komponen ini dengan cara mengatur tegangan dan arus pengisian menyesuaikan daya yang tersedia dari panel surya. Selain itu juga berfungsi untuk mengubah arus DC bertegangan tinggi dari panel surya menjadi arus bertegangan rendah menyesuaikan dengan kapasitas baterai, mengurangi arus pengisian ke baterai saat status baterai sudah penuh, mencegah arus balik dari baterai yang menuju ke panel surya saat malam atau ketika intensitas sinar matahari kurang mencukupi<sup>[11]</sup>.



**Gambar 2. 2 Solar Charger Controller**

**Tabel 2. 2 Spesifikasi Solar Charger Controller**

Spesifikasi Produk	
<i>Battery Voltage</i>	12 V 24 V
<i>Current</i>	20 A
<i>Max Sollar Input</i>	25V ( <i>battery</i> 12 V) 50V ( <i>battery</i> 24V)
<i>Power</i>	240W ( <i>battery</i> 12V) 480W ( <i>battery</i> 24V)

## 2.4 Baterai

Baterai atau Aki adalah komponen Pembangkit Listrik Tenaga surya (PLTS) untuk menyimpan energi yang dihasilkan panel surya selama mendapat sinar matahari. Baterai yang sangat cocok digunakan untuk PV ialah baterai *deep cycle lead acid* yang mampu menampung kapasitas 65 Ah, 12V, dengan efisiensi sekitar 70-80%. Waktu untuk pengisian baterai yaitu selama 12 jam – 15jam. Fungsi utama baterai pada pembangkit listrik tenaga surya ini sebagai menyimpan energi dari panel surya dan memasok listrik ke beban ketika malam, saat cuaca mendung, dan berawan. Dalam sistem PLTS *off grid*, baterai solar merupakan komponen yang sangat penting karena tanpa adanya baterai ini sistem PLTS tidak akan berjalan atau tidak bisa memasok listrik ketika malam<sup>[12]</sup>. Baterai dengan penuh memiliki tegangan 13,8 V dan baterai jika habis yaitu pada tegangan 11 V.



**Gambar 2. 3 Baterai**

**Tabel 2. 3 Spesifikasi Baterai**

Spesifikasi Produk	
Voltage	12 V
Kapasitas	65 Ah
Merk	CS3

## 2.5 Inverter

Inverter merupakan perangkat daya yang dapat mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus bolak balik (AC) pada tegangan yang lebih tinggi. Fungsi utama dari inverter ialah untuk mengubah daya input arus searah *Direct Current* (DC) menjadi daya arus bolak balik *Alternating Current* (AC). Sumber tegangan input inverter bisa berupa baterai, tenaga surya dan sumber tegangan DC yang lainnya. Ini dikarenakan daya AC merupakan daya yang dipasok ke rumah dan industri yang didapat dari jaringan listrik utama, sedangkan baterai pada sistem PLTS ini hanya menyimpan daya DC<sup>[13]</sup>. Ukuran daya pada inverter pada umumnya berkisaran dari terendah yaitu 100W, hingga lebih dari 5000W.



**Gambar 2. 4 Inverter**

**Tabel 2. 4 Spesifikasi Inverter**

Spesifikasi Produk	
<i>Input Voltage</i>	DC 12 V
<i>Output Voltage</i>	AC 220 V
<i>Jenis Inverter</i>	<i>Pure Sine Wave 1000 W</i>
<i>Frequency</i>	50Hz

## 2.6 Automatic Transfer Switch

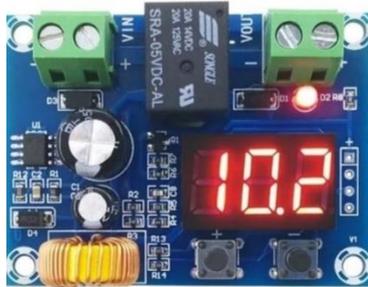
*Automatic Transfer Switch* (ATS) merupakan suatu rangkaian atau komponen yang dapat memindahkan suatu beban dari sumber listrik utama ke sumber listrik cadangan. ATS ini terdiri dari beberapa MCB di dalamnya, hanya aja komponen ini atau perangkat ATS ini sudah mampu bekerja secara otomatis untuk melakukan switching daya. Untuk pengoperasian sistem perangkat ATS ini sangatlah mudah sekali, semisal ketika daya utama yaitu panel surya hilang atau gagal, maka perangkat ATS ini akan segera switching atau memindahkan beban dari panel surya ke sumber cadangan yaitu PLN. Dan sebaliknya, ketika Panel surya kembali menyuplai daya maka ATS akan segera memindahkan kembali secara otomatis ke beban dan mematikan PLN. *Automatic Transfer Swicth* adalah rangkaian kontrol sakelar power inverter dengan tegangan 220 VAC yang sudah *full automatic*. Komponen ini berguna untuk menghidupkan dan memindahkan beban secara otomatis pada saat sumber daya utama padam atau gagal akan berpindah ke sumber beban cadangan. Pada saat sumber daya utama hidup kembali, perangkat ini akan memindahkan sumber daya cadangan ke sumber daya utama kembali<sup>[14]</sup>.



**Gambar 2. 5 Automatic Transfer Switch**



ke pasar setelah memenuhi persyaratan keselamatan dan metode penilaian kesesuaian yang di atur dalam peraturan ini, dengan melindungi penggunaan baterai<sup>[16]</sup>.



**Gambar 2. 7** *Low Voltage Disconnect*

**Tabel 2. 7** *Spesifikasi Low Voltage Disconnect*

Spesifikasi Produk	
Model	XH- M609
<i>Power Consumption</i>	<i>Less than 1.5 W</i>
<i>Voltage Range</i>	12-36 V baterai
<i>Control precision</i>	0.1 V
Ukuran	57*42*19 mm

## 2.9 NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 merupakan platform IoT berbasis *opensource* yang menggunakan *System on Chip* ESP8266. Saat ini, NodeMCU telah mengalami tiga kali peningkatan. Platform ini dilengkapi dengan 17 pin GPIO yang dapat dihubungkan dengan berbagai komponen elektronik lainnya. NodeMCU dapat beroperasi pada rentang 3.3v hingga 5v dengan konsumsi daya berkisar 10uA hingga 170Ma. Kecepatan pemrosesan platform ini mencapai 80 hingga 160 MHz dilengkapi dengan Ram sebesar 32 KB dan memori flash hingga 16 MB<sup>[17]</sup>.



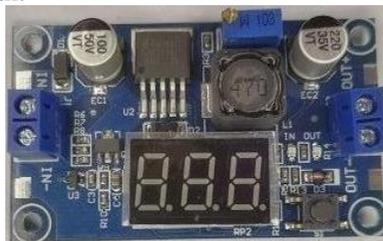
Gambar 2. 8 NodeMCU ESP8266

Tabel 2. 8 Spesifikasi NodeMCU ESP8266

Spesifikasi Produk	
Jumlah Pin	17 Pin
<i>Input Voltage</i>	5 V
<i>Max. Current</i>	3 A
Jarak Wi-fi	50 meter

### 2.10 Modul Step Down LM2596

LM2596 adalah sebuah *Integrated Circuit (IC) Regulator Switching* yang bisa digunakan sebagai converter step-down untuk menurunkan tegangan dari level yang lebih tinggi ke level yang lebih rendah. LM2596 dapat menghasilkan tegangan tetap atau variabel dan dapat menangani tegangan masukan hingga 40V<sup>[18]</sup>. Modul LM2596 merupakan papan sirkuit yang sudah jadi, yang menyatukan IC LM2596 dengan komponen lain yang dibutuhkan untuk solusi pengaturan tegangan yang lengkap. Modul ini umumnya dilengkapi dengan terminal untuk tegangan masukan dan keluaran, serta potensiometer untuk mengatur keluaran.



Gambar 2. 9 StepDown LM2596

**Tabel 2. 9 Spesifikasi StepDown LM2596**

Spesifikasi Produk	
Model	<i>StepDown</i> LM2596
<i>Input Voltage</i>	DC 3V – 40 V
<i>Ouput Voltage</i>	DC 1,5 V – 35 V
<i>Max. Current</i>	3 A

### 2.11 Modul PZEM-004T

Modul PZEM-004T adalah sebuah perangkat yang memiliki beberapa fungsi, termasuk mengukur tegangan, daya listrik, arus listrik dan juga energi yang digunakan. Modul ini dilengkapi dengan sensor arus dan tegangan yang terintegrasi. Penggunaannya terbatas hanya untuk lingkungan dalam ruangan, dan terdapat batasan beban yang dapat melewati sensor pada modul ini<sup>[19]</sup>.

**Gambar 2. 10 Modul PZEM-004T****Tabel 2. 10 Spesifikasi Pzem-004T**

Spesifikasi Produk	
Power	0-23 kW
Voltage	80-260 VAC
Current	0-100 A
Power Factor	0.00-1.00
Frequency	45-65 z

### 2.12 Relay DC

Relay merupakan suatu rangkaian saklar (*Switch*) yang dioperasikan menggunakan listrik dan juga suatu rangkaian *Electromechanical* yang terdapat 2 bagian utama yaitu Elektromagnet (*Coil*) dan *Mechanical* (Kontak Saklar/*Switch*). Prinsip kerja dari relay ini menggunakan Prinsip Elektomagnetik sebagai penggerak kontak saklar sehingga dengan arus kecil dapat menghantarkan listrik yang bertegangan

tinggi. Untuk cara kerja relay yaitu apabila kita memberikan tegangan pada kaki 1 dan kaki ground pada kaki 2 relay maka secara otomatis posisi kaki COM pada relay akan berpindah dari kaki NO (*Normally Open*) ke kaki NC (*Normally Close*)<sup>[20]</sup>.



**Gambar 2. 11 Relay DC**

**Tabel 2. 11 Spesifikasi Relay DC**

Spesifikasi Produk	
Vin	5 V
Output	125-250 VAC / 10 A 28-30 VDC / 10 A
Model	1 channel
Working Voltage	5V, Aktif High

### 2.13 MCB AC

MCB AC pada umumnya memiliki fungsi hampir sama dengan fuse yakni sebagai pemutus aliran listrik rangkaian ketika terjadi kelebihan arus. Terjadinya kelebihan arus biasanya disebabkan oleh adanya beban berlebih (*Overload*) dan arus hubung singkat (*Shortcircuit*)<sup>[21]</sup>.



**Gambar 2. 12 MCB AC**

**Tabel 2. 12 Spesifikasi MCB AC**

Spesifikasi Produk	
<i>Rated Voltage</i>	AC 230 VAC
<i>Rated Current</i>	2A & 4A
<i>Frequency</i>	50 Hz
Merk	CHINT

### 2.14 Variable Frequency Drive (VFD)

*Variable Frequency Drive* (VFD) adalah perangkat yang digunakan untuk mengatur kecepatan motor listrik AC dengan mengontrol frekuensi daya listrik yang disuplai ke motor. Prinsip kerja VFD yang sederhana ini ialah tegangan dari jaringan listrik AC 50 Hz dialirkan ke board penyearah DC (*Rectifier*) dan disimpan di bank kapasitor. Dengan proses ini, AC diubah menjadi DC. Tegangan DC tersebut kemudian dialirkan ke board inverter untuk dikonversi kembali menjadi AC dengan frekuensi sesuai kebutuhan. Proses konversi dari DC ke AC ini melibatkan komponen utama berupa semikonduktor aktif seperti IGBT. Dengan menggunakan frekuensi carrier (yang dapat mencapai 20kHz), Tegangan DC diproses sehingga menghasilkan keluaran tegangan dan frekuensi yang diinginkan.

**Gambar 2. 13 Variable Frequency Drive**

**Tabel 2. 13 Spesifikasi Variable Frequency Drive**

Spesifikasi Produk	
<i>Input</i>	1 PH 220 V
<i>Frequency</i>	50-60 Hz
<i>Power</i>	1.5 KW
<i>Current</i>	7A

### 2.15 Motor Universal

Motor Universal merupakan sebuah komponen yang mengonversi energi listrik menjadi energi mekanik. Untuk memastikan motor berfungsi dengan baik, kabel-kabel pada komponen tersebut harus dipasang dengan tepat. Ada tiga kabel, start, kabel common, dan kabel running. Kabel start berfungsi menghubungkan motor dengan kapasitor, kabel common berperan sebagai jalur yang menyuplai arus listrik, dan kabel running berfungsi sebagai menggerakkan motor.

**Gambar 2. 14 Motor Universal****Tabel 2. 14 Spesifikasi Motor Universal**

Spesifikasi Produk	
<i>Input</i>	1 Phasa 220 V
<i>Pole</i>	4
<i>Frequency</i>	50-60 Hz
<i>Daya</i>	135 Watt
<i>RPM</i>	1200-1400