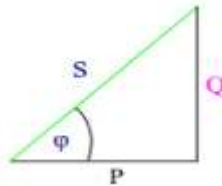


## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1 Daya

Daya merupakan jumlah energi listrik tiap satuan waktu. Daya listrik dibagi menjadi tiga, yaitu daya aktif, daya reaktif dan daya semu. Berikut adalah penjelasan dari ketiga daya tersebut. Ketiga daya ini digambarkan dengan segitiga daya. Gambar 1 adalah gambar segitiga daya<sup>[4]</sup>.



**Gambar 2.1 Segitiga daya**

#### 2.1.1 Daya Aktif

Daya aktif adalah daya yang sebenarnya digunakan oleh konsumen. Daya aktif memiliki satuan Watt<sup>[4]</sup>.

$$\begin{array}{l} \text{Daya Aktif 1} \\ \text{Phasa} \\ P = Vln \cdot I \cdot \cos \varphi \end{array} \dots\dots\dots(1)$$

$$\begin{array}{l} \text{Daya Aktif 3} \\ \text{Phasa} \\ P = \sqrt{3} \cdot Vll \cdot I \cdot \cos \varphi \end{array} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

P = Daya aktif (Watt)

$Vln$  = Tegangan phasa to Netral (Volt)

$Vll$  = Tegangan phasa to phasa (Volt)

I = Arus (I)

$\cos \varphi$  = Faktor daya

### 2.1.2 Daya Reaktif

Daya reaktif merupakan daya yang digunakan untuk menghasilkan medan magnet. Daya aktif diberi simbol  $Q$ , sedangkan satuan daya reaktif adalah Var (Volt Ampere Reactive)<sup>[4]</sup>.

$$\begin{array}{l} \text{Daya Reaktif 1} \\ \text{Phasa} \\ P = \sqrt{3} \cdot V_{ll} \cdot I \cdot \cos \varphi \end{array} \dots\dots\dots(3)$$

$$\begin{array}{l} \text{Daya Reaktif 3} \\ \text{Phasa} \\ Q = \sqrt{3} \cdot V_{ll} \cdot I \cdot \sin \varphi \end{array} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

$Q$  = Daya reaktif (Qvar)

$V_{ln}$  = Tegangan phasa to Netral (Volt)

$V_{ll}$  = Tegangan phasa to phasa (Volt)

$I$  = Arus (I)

### 2.1.3 Daya Semu

Daya semu merupakan daya yang dibangkitkan oleh generator pada sistem pembangkit listrik. Daya semu diberi simbol  $S$  dan memiliki satuan VA (Volt Ampere)<sup>[4]</sup>.

$$\begin{array}{l} \text{Daya Semu 1} \\ \text{Phasa} \\ S = V_{ln} \cdot I \end{array} \dots\dots\dots(5)$$

$$\begin{array}{l} \text{Daya Semu 3} \\ \text{Phasa} \\ S = \sqrt{3} \cdot V_{ll} \cdot I \end{array} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

$S$  = Daya semu (VA)

$V_{ln}$  = Tegangan phasa to Netral (Volt)

$V_{ll}$  = Tegangan phasa to phasa (Volt)

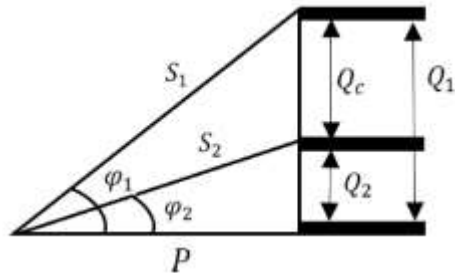
$I$  = Arus (I)

## 2.2 Faktor Daya

Faktor daya merupakan cosinus dari beda sudut fasa antara arus dan tegangan. Faktor daya disimbolkan dengan  $\cos \varphi$  dan mempunyai rentang nilai antara 0 sampai 1. Semakin mendekati 1 maka nilai faktor daya akan semakin baik. Kemudian untuk mencari nilai faktor daya dapat dilakukan dengan membagi daya aktif ( $P$ ) dengan daya semu ( $S$ ). Faktor daya dibagi menjadi dua yaitu faktor daya tertinggal (lagging) dan faktor daya mendahului (leading) <sup>[4]</sup>.

## 2.3 Perbaikan Faktor Daya

Dalam menentukan kapasitansi kapasitor yang diperlukan untuk memperbaiki nilai faktor daya, harus diketahui terlebih dahulu berapa kebutuhan kompensasi daya reaktif yang dibutuhkan dengan cara menghitung nilai daya reaktif kompensator dengan menggunakan persamaan.



**Gambar 2.2 Konsep perbaikan daya reaktif**

Langkah pertama untuk menentukan nilai kebutuhan kapasitansi kapasitor pada beban induktif adalah menghitung daya reaktif terlebih dahulu. Daya Reaktif ( $Q$ ) dapat diketahui dengan cara sebagai berikut:

$$Q_1 = V \cdot I \cdot \sin \varphi \quad (7)$$

Untuk menentukan factor daya yang diinginkan, maka perlu diketahui daya reaktif ( $Q_2$ ) yaitu:

$$Q = P \cdot \tan \varphi_2$$

$$(Q1-Q2)= P. \text{Tan}\phi \quad (8)$$

Setelah diketahui Q2, maka dihitung nilai tahanan Z sebagai berikut:

$$Z= |V|^2/Q2 \quad (9)$$

Kemudian ditentukan nilai kapasitor C Sebagai berikut:

$$C= 1 / (2. \pi. F. Z)$$

Keterangan:

P = Daya aktif (Watt).

Z = Impedansi ( $\Omega$ ).

Q1 = Nilai daya reaktif sebelum diperbaiki (VAR).

Q2 = Target nilai daya reaktif setelah diperbaiki (VAR).

C = Kapasitansi (Farad).

f = Frekuensi (HZ).

V = Tegangan (Volt).

Perbaikan faktor daya tidak mempengaruhi nilai daya aktif, namun akan mempengaruhi komponen daya reaktif dan daya semu yang akan semakin mengecil menyebabkan sistem semakin efisien karena arus yang mengalir pada sistem akan berkurang<sup>[5]</sup>.

## 2.4 Komponen- Komponen Utama yang Digunakan pada Alat

### 2.4.1 Kapasitor Bank

Kapasitor yang akan digunakan untuk memperbesar pf dipasang paralel dengan rangkaian beban. Bila rangkaian itu diberi tegangan maka elektron akan mengalir masuk ke kapasitor. Pada saat kapasitor penuh dengan muatan elektron maka tegangan akan berubah. Kemudian elektron akan ke luar dari kapasitor dan mengalir ke dalam rangkaian yang memerlukannya dengan demikian pada saat itu kapasitor membangkitkan daya reaktif. Bila tegangan yang berubah itu kembali normal (tetap) maka kapasitor akan menyimpan kembali elektron. Pada saat kapasitor mengeluarkan elektron (Ic) berarti sama juga kapasitor menyuplai daya reaktif ke beban. Karena beban bersifat induktif (+) sedangkan daya reaktif bersifat kapasitor (-) akibatnya daya reaktif yang berlaku menjadi kecil<sup>[4]</sup>.



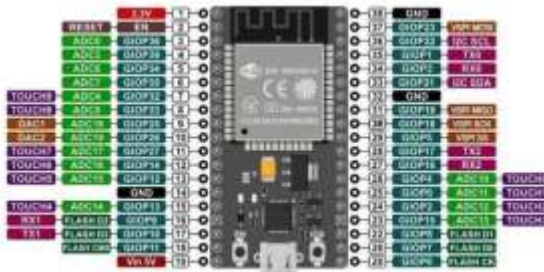
**Gambar 2.3 Kapasitor**

**Tabel 2.1 Spesifikasi kapasitor**

No	Spesifikasi	Nilai
1	Kapasitansi	3, 5, dan 10 $\mu$ F
2	Tegangan	450VAC
3	Frekuensi	40/50 Hz
4	Jenis	Non-polar

#### 2.4.2 ESP 32

ESP32 adalah chip dengan WiFi 2.4 GHz dan bluetooth dengan desain teknologi 40 nm yang dirancang untuk daya dan kinerja radio terbaik yang menunjukkan ketahanan, keserbagunaan dan keandalan dalam berbagai aplikasi dan skenario daya. ESP32 merupakan sebuah modul mikrokontroler dengan fitur mode ganda yakni WiFi dan bluetooth yang digunakan untuk mempermudah pengguna dalam membuat berbagai sistem aplikasi dan proyek berbasis IoT (Internet of Things). ESP32 adalah mikrokontroler yang diperkenalkan oleh Espressif System dan merupakan penerus dari ESP8266, ESP32 memiliki banyak fitur tambahan dan keunggulan dibandingkan generasi sebelumnya. Pada ESP32 terdapat inti CPU serta Wi-Fi yang lebih cepat, GPIO yang lebih banyak, dan dukungan terhadap Bluetooth 4.2, serta konsumsi daya yang rendah, sehingga sangat cocok untuk membuat beberapa proyek-proyek elektronika berbasis Internet of Things<sup>[6]</sup>.



Gambar 2.4 ESP 32

Tabel 2.2 Spesifikasi ESP32

No	Spesifikasi	Nilai
1	MCU	Dual-Core 32-bit LX6 600 DMIPS
2	Wi-Fi	802.11 b/g/n HT40
3	<i>Bluetooth</i>	<i>Bluetooth 4.2 and below</i>
4	<i>Typical Frequency</i>	160 MHz
5	SRAM	512 kBytes
6	Flash	SPI Flash, up to 16 MB
7	<i>Hardware/Software PWM</i>	<i>1/16 Channels</i>
8	ADC	12 bit

### 2.4.3 Sensor PZEM-004T

PZEM-004T adalah sensor yang dapat digunakan untuk mengukur daya, tegangan, arus dan energi aktif yang terdapat pada sebuah aliran listrik dan dapat dihubungkan melalui Arduino ataupun platform open source lainnya. Modul ini sudah dilengkapi sensor tegangan dan sensor arus (CT) yang sudah terintegrasi. Dimensi fisik dari papan PZEM-004T adalah  $3,1 \times 7,4$  cm. Modul pzem-004t dibundel dengan kumparan trafo arus diameter 3mm yang dapat digunakan untuk mengukur arus maksimal sebesar 100A. Dalam penggunaannya, alat ini khusus untuk pen/ggunaan dalam ruangan (indoor) dan beban yang terpasang tidak diperbolehkan melebihi daya yang sudah ditetapkan<sup>[7]</sup>.



**Gambar 2.5 Sensor PZEM-004T**

**Tabel 2.3 Spesifikasi PZEM-004T**

No.	Spesifikasi	Nilai
1	<i>Working Voltage</i>	80-280 VAC
2	<i>Rated Power</i>	10 A/ 2200W
3	<i>Working Frequency</i>	45-65 Hz
4	Akurasi Pengukuran	0,5%

#### **2.4.4 Relay**

Relay adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk memutuskan atau menghubungkan catu daya secara tidak langsung. Relay juga dikenal sebagai saklar magnet, relay bekerja ketika ada arus listrik yang tersambung maka akan terjadi kontak antar plat sehingga arus dapat mengalir. Fungsi utama relay adalah sebagai saklar elektronik yang diperlukan bila diperlukan dengan kata lain untuk mengontrol arus dan tegangan yang tinggi. Fungsi relay pada rangkaian listrik diantaranya yaitu untuk menyambung dan memutuskan aliran listrik secara tidak langsung, menyambung dan memutuskan aliran listrik secara bersamaan<sup>[6]</sup>.



Gambar 2.6 Relay

Tabel 2.4 Spesifikasi modul relay 5VDC

No	Spesifikasi	Nilai
1	<i>Channel</i>	3
2	<i>Working Voltage</i>	5 V, active high
3	<i>Max Load</i>	AC 250V/10A, DC 30V/10A

Tabel 2.5 Spesifikasi relay 8 pin

No	Spesifikasi	Nilai
1	Model	MK2P-N
2	<i>Working Voltage</i>	AC 250V/28VDC
3	<i>Pin</i>	8 Pin

#### 2.4.5 LCD I2C

LCD merupakan perangkat yang berfungsi sebagai media dalam menampilkan data dengan memanfaatkan Kristal cair sebagai objek penampil utama. LCD yang digunakan adalah LCD yang berukuran 20x4 karakter dengan tambahan module I2C untuk mempermudah dalam memprogram nantinya. Dengan menambahkan module I2C akan lebih memperhemat penggunaan pin pada mikrokontroler yang akan digunakan. Pin yang digunakan jika menggunakan module I2C yaitu 4 buah pin Arduino, terdiri dari pin SCL, pin SDA, pin VCC, dan GND<sup>[6]</sup>.





**Gambar 2.7 LCD I2C 20 x 4**

**Tabel 2.6 Spesifikasi LCD I2C**

NO	Spesifikasi	Nilai
1	Jenis LCM	Karakter
2	Tegangan	5V DC
3	Fitur	IIC / I2C 4 kabel
4	Size	60mm x 99mm

#### **2.4.6 Step Down LM2596**

LM2596 adalah intergrated circuit (IC) yang berfungsi untuk menurunkan tegangan direct current (DC). Ada dua macam seri dari LM2596, yaitu adjustable dan fixed voltage output. Tegangan dapat diatur dengan memutar potensiometer yang terdapat pada board LM2596<sup>[6]</sup>.



**Gambar 2.8 Stepdown 5VDC**

**Tabel 2.7 Spesifikasi *stepdown* 5VDC**

No	Spesifikasi	Nilai
1	<i>Input Voltage range</i>	440 VDC
2	<i>Output Voltage range</i>	1.25-37 VDC adjustable
3	<i>Outpput Current</i>	3 A
4	<i>Voltmeter range</i>	0 to 40 V , error +/- 0.1 V

### 2.4.7 Power Supply

Power supply atau Catu Daya merupakan suatu alat listrik yang dapat menyediakan energi listrik untuk perangkat listrik ataupun elektronika lainnya. Power Supply atau Catu daya ini memerlukan sumber energi listrik yang kemudian diubah menjadi energi listrik yang dibutuhkan oleh perangkat elektronik. Power supply disebut juga sebagai Electric Power Converter. Switch-Mode Power Supply (SMPS) adalah jenis Power Supply yang langsung menyearahkan (rectify) dan menyaring (filter) tegangan Input AC untuk mendapatkan tegangan DC. Tegangan DC tersebut kemudian di-switch ON dan OFF pada frekuensi tinggi dengan sirkuit frekuensi tinggi sehingga menghasilkan arus AC yang dapat melewati Transformator Frekuensi Tinggi<sup>[6]</sup>.

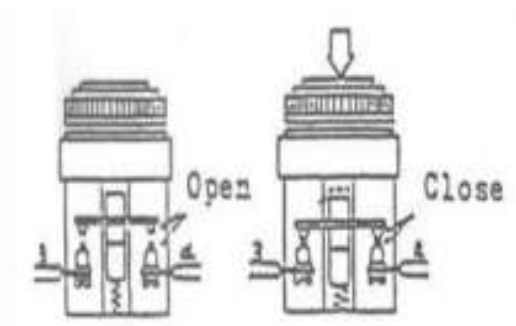
**Gambar 2.9 Power supply 12 VDC**

**Tabel 2.8 Spesifikasi power supply**

No	Spesifikasi	Nilai
1	<i>Power supply switching</i>	12V 5A murni 60 W
2	Tegangan <i>input</i>	110-240V AC
3	Daya maksimal	5A (60W)
4	Dimensi	P 11 x L 7,8 x T 3,6 Cm

### 2.4.8 Push Button

Keypad/push button adalah perangkat/saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan unlock (tidak mengunci). Sistem kerja unlock disini berarti saklar akan bekerja sebagai device penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat tombol ditekan dan saat tombol tidak ditekan (dilepas), maka saklar akan kembali pada kondisi normal. Sebagai device penghubung atau pemutus, push button hanya memiliki 2 kondisi, yaitu On dan Off (1 dan 0). Push button memiliki kontak NC (normally close) dan NO (normally open)<sup>[8]</sup>.

**Gambar 2.10 Push Button**

**Tabel 2.9 Spesifikasi push button**

No	Spesifikasi	Nilai
1	<i>Model</i>	PB25-11
2	Diamter	25 mm
3	Diameter dalam	22 mm

**2.4.9 Lampu Indikator**

Lampu indikator sering kali dijumpai pada panel box kelistrikan. Digunakan sebagai penanda ketika suatu sistem sedang aktif, stand by ataupun mati. Sebagai penanda tentunya lampu indikator tersedia berbagai macam warna seperti merah, kuning dan hijau. Lampu indikator pada rangkaian ini berfungsi sebagai penanda ketika kapasitor bank sedang aktif.

**Gambar 2.11 Lampu indikator panel box****Tabel 2.10 Spesifikasi lampu indikator**

No	Spesifikasi	Nilai
1	Model	AD16-22DS
2	Diamter	22 mm
3	Working voltage	220 VAC

#### 2.4.10 Kabel NYAF

Kabel merupakan suatu komponen listrik yang berfungsi untuk mengantarkan energi listrik. Kabel memiliki banyak jenis dan kegunaannya. Kabel yang digunakan untuk instalasi didalam panel box harus memiliki elastisitas yang tinggi untuk kemudahan instalasi. Dari sekian banyak jenis kabel, jenis NYAF lah yang paling cocok digunakan. Kabel NYAF memiliki inti serabut dan berisolasi PVC yang membuat kabel ini mudah untuk instalasi didalam panel box.



**Gambar 2.12 Kabel NYAF**

**Tabel 2.11 Spesifikasi kabel NYAF**

No	Spesifikasi	Nilai
1	Jenis	NYAF
2	Luas penampang	1 x 0,75 mm
3	Voltage	300-500V
4	Isolasi	PVC

*Halaman ini sengaja dikosongkan*