

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Landasan Teori

##### 2.1.1 Daya Aktif

Daya aktif memiliki satuan berupa watt (W) daya aktif ini merupakan daya yang digunakan pada beban. Ada beberapa contoh dari daya aktif yaitu energi panas, energi mekanik, dan energi cahaya[2]. Berikut ini merupakan persamaan daya aktif :

$$\text{Untuk 1 fasa : } P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \varphi \quad (1)$$

$$\text{Untuk 3 fasa : } P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \text{Cos } \varphi \quad (1)$$

Keterangan :

Daya aktif	= P(Watt)
Tegangan	= V (Volt)
Arus	= I (Amper)
Faktor Daya	= Cos $\varphi$

##### 2.1.2 Daya Reaktif

Daya reaktif (Q) merupakan jumlah daya megnetasi yang diperlukan untuk membentuk fluksi magnet pada kumparan- kumparan beban induktif, salah satu contoh timbulnya daya reaktif terjadi pada trafo. Daya reaktif pada trafo berfungsi untuk membangkitkan medan magnet pada kumparan primer, sehingga kumparan primer menginduksi kumparan sekunder. Satuan daya reaktif adalah VAR (Voltamperereactive). Berikut ini merupakan persamaan daya reaktif:

$$\text{Untuk 1 fasa : } Q = V \cdot I \cdot \text{sin } \varphi \quad (2)$$

$$\text{Untuk 3 fasa : } Q = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \text{sin } \varphi \quad (2)$$

Keterangan:

Daya Reaktif	= Q (VAR)
Faktor Reakti	= Sin $\varphi$
Tegangan	= V (Volt)
Arus	= I (Amper)

### 2.1.3 Daya Semu

Daya Semu merupakan daya dari hasil pembangkitan generator sebagai pembangkit Listrik dengan satuan VA (Volt Ampere) atau disebut daya total(S). Daya semu didapatkan dari hasil perkalian tegangan dan arus yang melalui penghantar [6]. Berikut ini merupakan persamaan dari daya semu:

$$\text{Untuk 1 fasa : } S = V \cdot I \quad (3)$$

$$\text{Untuk 3 fasa : } S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \quad (3)$$

Keterangan:

Daya Semu = S (VA)

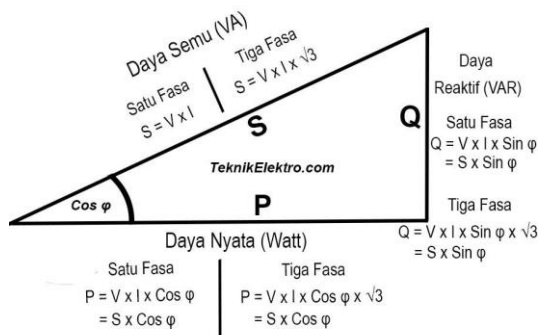
Tegangan = V (Volt)

Arus = I (Amper)

### 2.1.4 Faktor Daya

Faktor daya atau  $\cos \phi$  merupakan rasio perbandingan antara P daya aktif (watt) dengan S daya semu (VA), factor daya ini membentuk nilai cosinus sudut antara daya aktif dan daya semu. Nilai faktor daya selalu lebih kecil atau sama dengan satu [7]. Factor daya yang rendah berhubungan dengan beda fasa antara arus dan tegangan pada beban, jika rangkaian bersifat induktif maka fasa arus akan tertinggal dari fasa tegangan, jika rangkaian bersifat kapasitif maka fasa arus akan mendahului fasa tegangan, sedangkan jika rangkaian resistif maka arus akan sefasa dengan tegangan sehingga sudut fasa  $\theta = 0$  [8].

Alasan utama faktor daya rendah adalah beban induktif seperti motor induktif dan transformator yang membutuhkan arus untuk menghasilkan medan magnet untuk beroperasi. Ketika faktor daya kurang dari satu, daya semu yang disuplai ke beban lebih besar dari kekuatan yang sebenarnya. Pada rangkaian ac umumnya terdapat beda fasa antara tegangan dan arus. Istilah ini dikenal sebagai faktor daya dari sirkuit. Jika keadaan faktor daya saat kondisi beban bersifat kapasitif, apabila arus mendahului tegangan maka faktor daya ini dinamakan *leading*. dan jika suatu kondisi beban bersifat induktif maka tegangan yang mendahului arus faktor daya ini dikatakan sebagai faktor daya *lagging* [9].



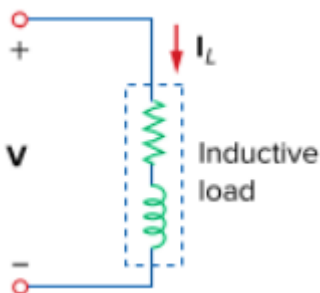
**Gambar 2. 1 Segitiga Daya**[10]

Berikut ini merupakan persamaan faktor daya :

$$\text{Faktor daya} = \cos \varphi = \frac{p \text{ (watt)}}{V.I \text{ (voltampere)}} \quad (4)$$

### 2.1.5 Beban Induktif

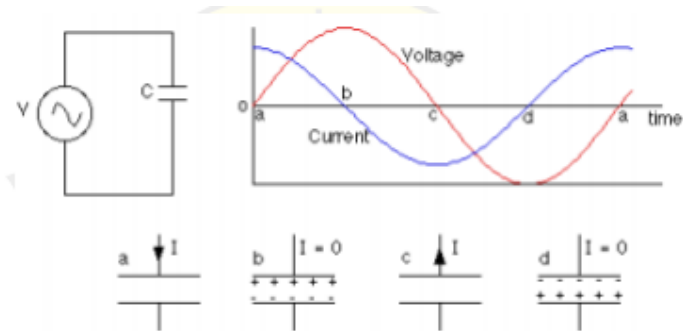
Beban induktif adalah beban yang menghasilkan induksi medan magnet yang dihasilkan oleh kumparan yang terdapat di berbagai beban listrik seperti motor listrik, trafo dan relay. Dan beban yang menyerap daya aktif dan daya reaktif dengan faktor daya lagging, yaitu saat tegangan mendahului arus sebesar sudut  $\theta$  [11].



**Gambar 2. 2 Rangkaian listrik AC dengan beban Induktif** [11].

### 2.1.6 Beban Kapasitif

Beban kapasitif merupakan kebalikan dari beban induktif yang bersifat menghalangi terjadinya perubahan nilai tegangan Listrik, maka fasa arus akan mendahului fasa tegangan. Sifat ini menunjukkan bahwa kapasitor bersifat menyimpan tegangan listrik sesaat [12].



Gambar 2. 3 Rangkaian listrik AC dengan beban kapasitif [12].

### 2.1.7 Kapasitor Bank

Kapasitor bank merupakan komponen penting yang berfungsi untuk memperbaiki faktor daya. Kapasitor dapat diartikan juga sebagai komponen yang dapat menyimpan dan melepaskan muatan tegangan Listrik dalam suatu rangkaian, satuan kapasitor yaitu Farads (F) [13].

Berikut persamaan perhitungan besarnya nilai kapasitor:

$$Q = C \cdot V \quad (5)$$

Keterangan:

$Q$  = Muatan electron dalam C (Coloumbs)

$C$  = Nilai kapasitansi dalam F (Farads)

$V$  = Besar tegangan dalam V (Volt)

Untuk mendapatkan target nilai faktor daya yang mendekati 1 maka membutuhkan perhitungan dari  $\cos\phi_1$  atau  $\cos\phi$  awal (sebelum perbaikan factor daya) menjadi  $\cos\phi_2$  atau nilai  $\cos\phi$  yang mendekati 1 (sesudah perbaikan faktor daya), sehingga kebutuhana daya reaktifnya akan berubah menjadi:

$$Q_a = S \cdot \sin \varphi_1 \quad \text{atau} \quad P \cdot \tan \varphi_1 \quad (6)$$

$$Q_b = S \cdot \sin \varphi_2 \quad \text{atau} \quad P \cdot \tan \varphi_2 \quad (7)$$

Besarnya kapasitor yang dibutuhkan untuk perbaikan faktor daya adalah:

$$Q_c = Q_a - Q_b \quad (8)$$

$$C = \frac{Q_c}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot (V)^2} \quad (9)$$

### 2.1.8 Sensor PZEM-004T

PZEM-004T v3.0 adalah modul sensor yang digunakan untuk mengukur parameter kelistrikan yaitu tegangan (volt), arus (ampere), daya aktif (watt), energi (kilowatt-jam), frekuensi (hertz), dan faktor daya (power factor) pada sebuah jaringan listrik AC. Sensor ini sangat mudah untuk diintegrasikan dengan mikrokontroler[14]. PZEM-004T v3.0 berkomunikasi melalui antarmuka serial, yang memudahkan pengiriman data ke mikrokontroler untuk pengolahan lebih lanjut. Gambar 2.3 merupakan wujud fisik sensor PZEM-004T dan Tabel 2.1 merupakan spesifikasi PZEM-004T.



**Gambar 2. 4 Sensor PZEM-004T[14].**

**Tabel 2. 1 Modul Sensor PZEM-004T[15]**

No.	Spesifikasi	Nilai
1	<i>Working Voltage</i>	80-260 VAC
2	<i>Rated Power</i>	100 A/ 22.000W
3	<i>Working Frequency</i>	45-65 Hz
4	Akurasi Pengukuran	0,5%

### 2.1.9 Magnetic Contactor (MC)

*Magnetic contactor* adalah perangkat elektromekanis yang digunakan untuk mengendalikan aliran listrik dalam rangkaian listrik. Perangkat ini secara umum digunakan untuk menghidupkan atau mematikan peralatan listrik [16]. *Magnetic contactor* bekerja sesuai dengan prinsip induksi magnet, yang mana pada kontaktor terdapat sebuah belitan magnet atau biasa disebut Coil jika dialiri arus listrik akan timbul medan magnet pada inti besinya. Kontak bantu NO (*Normally Open*) akan menutup dan kontak Bantu NC (*Normally Close*) akan membuka. Gambar 2.4 merupakan wujud fisik dari *Magnetic Contactor* (MC) dan Tabel 2.2 merupakan spesifikasi *Magnetic Contactor* (MC)

**Gambar 2. 5 Magnetic Contactor[17]**

Tabel 2. 2Spesifikasi *Magnetic Contactor*[17]

No	Spesifikasi	Nilai
1	Model	NC-09
2	Tegangan	220-240V AC 50/60Hz
3	<i>Coil Voltage</i>	AC: 50Hz: 11VA, AC:60Hz:12VA
4	<i>Temperature</i>	-5°C - +40°C

### 2.1.10 Relay DC

Relay DC ini adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk memutuskan atau menghubungkan catu daya secara tidak langsung. Relay DC ini bekerja berdasarkan perintah dari mikrokontroler fungsi dari relay DC ini yaitu untuk mengontrol Kontaktor untuk menyambung dan memutuskan catu daya 3 fasa dengan kapasitor[7]. Gambar 2.5 merupakan wujud fisik relay dan Tabel 2.3 merupakan spesifikasi modul relay.



Gambar 2. 6 Relay 3 channel

Tabel 2. 3Spesifikasi Module Relay[18]

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



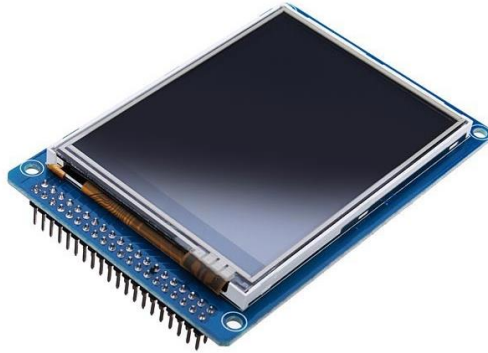


**Tabel 2. 4 Spesifikasi Arduino Mega 2560[20]**

No	Spesifikasi	Nilai
1	Mikrokontroler/ Kecepatan Jam	ATmega2560/ 16MHz
2	SRAM (Memori Utama)	8kB
3	<i>Memori Flash</i>	<i>256kB</i>
4	<i>Typical Frequency</i>	160 MHz
5	EEPROM	4kB
6	Pin I/O Digital	54
7	<i>Pin Input/Output Digital PWM</i>	15
8	Pin Masukan Analog	16
9	Pin Penulisan Program	USB Tipe-B ICSP
10	Antarmuka	Bahasa Indonesia: UART I2C SP

### 2.1.12 LCD TFT 3.2 Inch

TFT adalah singkatan dari Thin Film Transistor, TFT merupakan versi lanjutan dari monitor LCD sebelumnya. TFT menawarkan gambar yang lebih bagus dibandingkan dengan versi sebelumnya dan permukaanya yang sensitif terhadap sentuhan. Namun layar dari TFT mengalami keterbatasan pada sudut pandang dan visibilitas yang sempit saat terkena langsung dengan sinar matahari.



**Gambar 2. 8 LCD TFT 3,2[21]**

**Tabel 2. 5 Spesifikasi LCD TFT 3,2[21]**

c	Spesifikasi	Nilai
1	Product name	ENH3.2 inch TFT
2	Size	77.0x62.10mm
3	Viewing area	67.40x51.40mm
4	Active area	64.80x48.60mm
5	Resolution	320x240
6	Display type	Transmissive
7	Viewing angle	12 O'clock
8	PIN number	40 PIN
9	Working temp	-20°C~+70°C
10	Storage temp	-30°C~+80°C

### **2.1.13 Step down LM2596**

LM2596 adalah sebuah modul regulator switching step-down (buck converter) yang digunakan untuk menurunkan tegangan input ke tegangan output yang lebih rendah. Modul ini sangat efisien dan sering digunakan dalam berbagai aplikasi elektronik untuk menyediakan tegangan yang stabil dan Tabel 2.6 merupakan spesifikasi modul trafo LM2596.



**Gambar 2. 9 Step down LM2596[22]**

**Tabel 2. 6 Spesifikasi Modul Step down LM2596[23]**

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

### 2.1.14 Power Supply

Power supply atau catu daya adalah perangkat yang menyediakan daya listrik untuk peralatan elektronik. Fungsi utamanya adalah mengubah energi listrik dari sumber (misalnya, listrik AC dari jaringan listrik) menjadi bentuk yang sesuai untuk peralatan yang akan digunakan (biasanya listrik DC dengan tegangan dan arus tertentu).

*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 hasil power supplay ini kemudian untuk mengaktifkan komponen elektronik yang bersumber arus DC. Gambar 2.9 merupakan wujud fisik power supply dan Tabel 2.7 merupakan spesifikasi power supply.



**Gambar 2. 10 Power supply[10]**

**Tabel 2. 7 Spesifikasi Power Supply[10]**

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