

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Panel Kontrol 3 Phase

Panel kontrol 3 phase merupakan jaringan listrik yang menggunakan tiga jenis kawat (R,S,T) dan satu kawat *neural* (N) atau *ground*, panel kontrol 3 phase berdasarkan istilah terdiri dari tiga kebel bertegangan dan satu kabel netral. Tegangan dari panel kontrol 3 phase yang digunakan dalam rumahan ataupun industri mencapai 380 volt. [2]



Gambar 2.1 Panel Kontrol 3 Phase

#### 2.2 Beban

Beban yang digunakan dalam penelian ini berupa lampu, dimana lampu yang terdapat pada penerangan jalan umum ataupun lampu pada ruangan tertentu. Beberapa lampu memiliki karakteristik yang berbeda-beda dari segi daya yang digunakan dan tingkat pencahayaan yang dihasilkan. [9]



Gambar 2. 2 Beban Lampu

Lampu pada penelitian ini menggunakan lampu pijar baik itu jenis ILB, CFL, dan LED

- ILB merupakan jenis lampu pijar yang mengalir filamen tungsten yang kemudian menghasilkan energi panas.
- CFL merupakan jenis lampu yang memiliki berbagai jenis bentuk seperti bulat, memanjang, atau spiral, CFL memiliki pencahayaan yang lebih terang dari ILB.
- LED (*Light Emitting Diode*) merupakan lampu yang menggunakan *diode* semikonduktor untuk penerangan, dengan durasi umur yang lebih panjang dan konsumsi energi lebih rendah dari jenis lampu lainnya.

### 2.3 Blynk

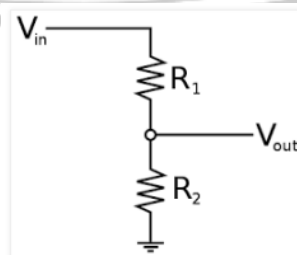
Blynk merupakan salah satu sarana penerapan *Internet of Thing* (IOT), Blynk juga merupakan aplikasi untuk iOS dan Android yang bertujuan untuk kendali *module* Arduino, ESP8266, Rasberry Pi, WEMOS D1, dan *module* sejenisnya melalui internet. [3]



Gambar 2.3 Blynk

### 2.4 Rangkaian Pembagi Tegangan Berbasis Sensor Tegangan

Rangkaian pembagi tegangan atau *Voltage Divider* merupakan rangkaian yang dapat membuat tegangan listrik yang melaluinya menjadi lebih kecil, tujuan rangkaian pembagi tegangan dapat digunakan untuk mengatur *output* yang keluar pada rangkaian jauh lebih kecil dari *input*. [10]



Gambar 2. 4 Rangkaian Pembagi Tegangan

$$V_{out} = \left( \frac{R_2}{R_2 + R_1} \right) V_{in}$$

Persamaan 2. 1 Persamaan Pembagi Tegangan

Perbandingan antara R1 dan R2 adalah 9:1 yang berarti jika R1 = 900KΩ maka nilai dari R2 = 100KΩ, jenis resistor yang dipakai dalam rangkaian pembagi tegangan bisa menggunakan resistor biasa atau resistor *variable* (potensiometer), penggunaan resistor *variable* (potensiometer) sebagai kalibrasi sekaligus sebagai penyesuaian alat ukur dengan alat ukur yang sudah ada sebelumnya. [4]

### 2.4.1 Spesifikasi Sensor

Rangkaian Pembagi Tegangan sebagai sensor tegangan merupakan modul untuk mengukur tegangan, modul ini berkerja menggunakan prinsip pembagi tegangan resistor.

Tabel 2. 1 Spesifikasi Rangkaian Pembagi Tegangan

No	Rangkaian Pembagi Tegangan	Spesifikasi
1	Tegangan Input	0 – 25V
2	Tegangan Deteksi	0.02445 – 25V
3	Ketelitian Pengukuran	0.00489V
4	Ukuran	25x13mm

### 2.5 Step Down

Modul *step down* ini digunakan untuk menurunkan tegangan AC agar dapat di proses oleh rangkaian pembagi tegangan sebagai sensor tegangan yang memiliki prinsip kerja rangkaian pembagi tegangan.



Gambar 2. 5 Modul *Step Down*

Tabel 2. 2 Spesifikasi *Step Down*

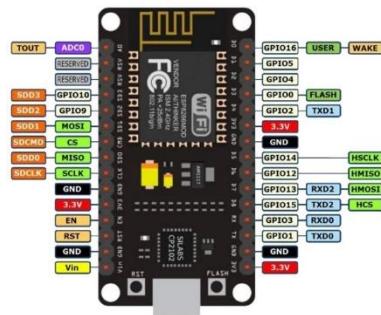
No	Modul <i>Step Down</i>	Spesifikasi
1	<i>Inpu Current</i>	0.027A (AC110V) 0.014A (AC220V)
2	<i>Input Inrush Current</i>	20A
3	<i>Output Voltage</i>	DC 5V
4	<i>Output Current</i>	700mA
5	<i>Power</i>	3.5 W
6	<i>Operating Temperatur</i>	-20 - 60°
7	<i>Relative Humidity</i>	40-90% RH
8	<i>Output Power</i>	-0-4W (DC Current)
9	<i>Output Efficiency</i>	80%
10	<i>Output Voltage Rise Time</i>	MAX 100MS

## 2.6 Node MCU ESP8266

ESP8266 merupakan sebuah *board* yang berbasis *chip* yang bisa menjalankan fungsi mikrokontroler, ESP8266 adalah salah satu sarana IoT yang bersifat *opensource* dan dapat mengakses WiFi dan juga sebuah *chip* komunikasi yang berupa USB to *serial*. [11]

Beberapa fitur dari NodeMCU ESP8266 adalah sebagai berikut;

- 10 *port* GPIO dari D2 – D10
- Fungsionalitas PWM
- Antarmuka I2C, SPI, dan 1 Wire
- ADC



Gambar 2. 5 Node MCU ESP8266

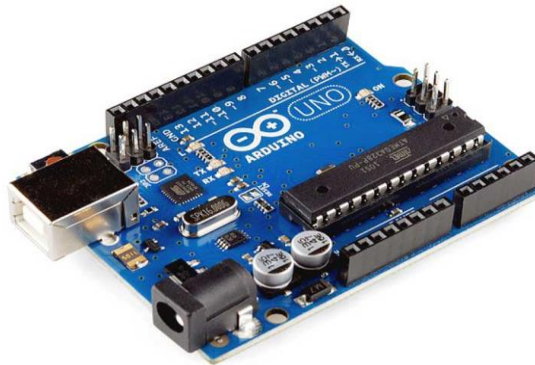
Tabel 2. 3 Spesifikasi Node MCU ESP8266

No	Node MCU ESP 8266	Spesifikasi
1	Mikrokontroler	Tensilica 32-bit RISC CPU Xtense LX106
2	Tegangan Operasi	3.3V
3	Tegangan Masuikan	7V – 12V
4	Pin Digital (DIO)	16
5	Pin Analog <i>Input</i> (ADC)	1
6	UARTs	2
7	SPIs	1
8	I2Cs	1
9	<i>Flas Memory</i>	4MB
10	SRAM	64KB
11	<i>Clock Speed</i>	80MHz

## 2.7 Arduino Uno R3

Arduino merupakan mikrokontroler yang berupa *board* dan berbasis mikrokontroler Atmega yang menjadikan Arduino sebagai sistem mikrokontroler. Mikrokontroler dapat bekerja sendiri tanpa adanya bantuan dari manusia untuk menjalankannya sistem. Arduino sendiri menggunakan mikrokontroler 8 bit.[12]

Arduino Uno memiliki spesifikasi mikrokontroler Atmega328P dimana dalam penggunaan mikrokontroler ini memerlukan tegangan 5V dan tegangan maksimal adalah 20V, pada setiap pin Arduino Uno memberikan arus kurang lebih sebesar 20mA dan Arduino Uno sendiri dapat menghasilkan tegangan sebesar 3.3V dengan arus 50mA, Arduino memiliki pin I/O 14 pin dengan pin PWM 6 pin dan pin analog 6 pin dan untuk spesifikasi lebih lengkap dapat dilihat pada table berikut.



Gambar 2. 6 Arduino Uno R3

Tabel 2. 4 Spesifikasi Arduino Uno

No	Arduino UNO	Spesifikasi
1	Mikrokontroler	Atmega328P
2	Tegangan Operasi	5V
3	Tegangan Direkomendasikan	7 – 12V
4	Batas Tegangan	6 – 20V
5	Pin I/O	14
6	Pin PWM	6
7	Pin Analog	6
8	Arus per Pin	20mA
9	Maksimal Arus Masuk pin 3.3V	50mA
10	Memori Flash	32KB
11	SRAM	2KB
12	EEPROM	1KB
13	Clock Speed	16 MHz

14	Port USB	Tipe A ke Tipe B
----	----------	---------------------



## 2.8 Sensor SCT - 013

SCT – 013 merupakan sensor yang berfungsi mengukur arus bolak-balik (AC), SCT – 013 juga menggunakan sistem yang non kontak terhadap suatu rangkaian listrik maka disebut sistem *Non-Invasive*. SCT – 013 terdapat 2 jenis yaitu yang jenis sensor *open* dan *close*.



Gambar 2. 7 Sensor Arus SCT-013

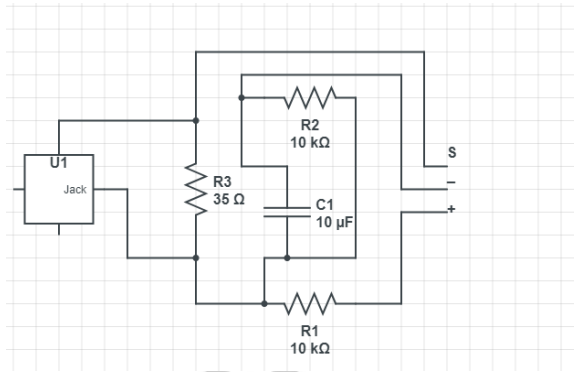
Tabel 2. 5 Spesifikasi Sensor Arus SCT-013

No	Sensor SCT – 013	Spesifikasi
1	<i>Input Arus</i>	0 – 100A AC
2	<i>Output Arus</i>	0 – 50mA
3	<i>Resistance Grade</i>	Grade B
4	<i>Non – Linerity</i>	±3%
5	<i>Trun Ratio</i>	100A : 0.05A
6	Suhu	-25°C - +70°C
7	<i>Frecuency</i>	50Hz

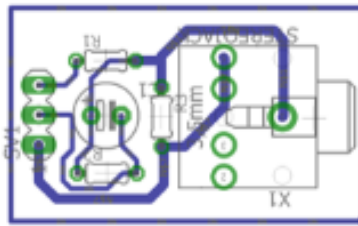
## 2.9 Modul Pembaca Arus

Modul pembaca sensor Arus adalah sebuah rangkaian untuk membaca arus yang telah diukur dari panel kontrol 3 phase yang akan diolah oleh modul ini guna dapat diproses oleh Arduino.





Gambar 2. 8 Rangkaian Modul Pembaca Arus



Gambar 2. 9 Skema Modul Pembaca Arus

Komponen yang digunakan dalam modul ini sebagai Berikut :

- R1 = 10KΩ
- R2 = 10KΩ
- R3 = Didapat dengan Perhitungan
- C1 = 12uf / 16V

Fungsi Resistor pada modul pembaca arus ini berfungsi sebagai pengurang arus frekuensi meter pada PLN, Tegangan 220VAC langsung dihubungkan kepada R3 dan di kurangi kembali dengan R1 dan R2 agar dapat menghasilkan nilai *output* sebesar 0 – 50mA.

Persamaan mencari nilai R1 dan R2 sebagai berikut;

$$R1 = I = \frac{V}{R} = \frac{220}{10} = 0,022 A$$

Persamaan 2. 2 Persamaan R1

$$R2 = I = \frac{V}{R} = \frac{220}{10} = 0,022 A$$

Persamaan 2. 3 Persamaan R2

Nilai Rt (R total) pada modul pembaca arus ini sebagai berikut;

$$\begin{aligned}
 R_t &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \\
 &= \frac{1}{10K} + \frac{1}{10K} + \frac{1}{35} \\
 &= 0,28 \Omega
 \end{aligned}$$

Persamaan 2. 4 Persamaan  $R_t$  ( $R$  total)

Fungsi kapasitor pada modul pembaca arus ini sebagai penyimpan tegangan dan kuat arus, dimana dalam modul ini kapasitor berfungsi menampung tegangan dan arus agar *output* dapat di baca oleh arduino.

Persamaan mencari nilai  $C_1$  yang pertama mencari nilai daya reaktif yang dibutuhkan modul pembaca arus, sebelum itu mencari nilai daya semu.[13]

$$\cos \theta = 0.8$$

$$Daya = A \times V$$

$$= 4 \times 18$$

$$= 72$$

$$S = \frac{Daya}{\cos \theta} = \frac{72}{0.8}$$

$$= 90 \text{ VA}$$

(1)

Setelah mendapatkan nilai daya semu, kemudian menentukan besaran daya reaktif, persamaan sebagai berikut ;

$$\sin \theta = 0.6$$

$$Q = S \times \sin \theta$$

$$= 90 \times 0.6$$

$$= 54 \text{ VAR}$$

$$Q = \frac{54}{3}$$

$$= 18 \text{ VAR}$$

(2)

Setelah besaran daya reaktif didapatkan selanjutnya mencari nilai arus dan tegangan pada setiap phase nya, dimana dalam modul pembaca arus ini ada 3 phase yang digunakan yaitu R, S, T

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{V}{\sqrt{3}} \\
 &= \frac{18}{\sqrt{3}} = 10,3 \text{ V} \\
 I &= \frac{Q_{\text{fasa}}}{V_{\text{fasa}}} \\
 &= \frac{18}{10,3} \\
 &= 1,7 \text{ A}
 \end{aligned} \tag{3}$$

Setelah mendapatkan nilai arus dan tegangan pada setiap phasenya, maka selanjutnya mencari nilai kapasitor minimum yang digunakan.

$$\begin{aligned}
 C &= \frac{I}{2\pi fV} \\
 &= \frac{4}{2 \times 3,14 \times 50 \times 10,3} \\
 &= 12 \mu\text{F}
 \end{aligned}$$

*Persamaan 2.5 Persamaan Kapasitor*

C = Kapasitansi (F)

I = Arus masuk pada modul pembaca arus (A)

$\pi$  = Phi

F = *Frecuency* sensor arus SCT-013 (Hz)

V = tegangan masuk pada modul pembaca arus (V)

Setelah itu menentukan nilai energi yang tersimpan pada kapasitor

$$\begin{aligned}
 W &= \frac{1}{2} CV^2 \\
 &= \frac{1}{2} 12 \times 10,3^2 \\
 &= 636,5 \text{ Joule}
 \end{aligned}$$

*Persamaan 2.6 Persamaan Energi tersimpan pada Kapasitor*

W = Energi yang tersimpan pada kapasitor (Joule)

C = Kapasitansi (F)

V = Tegangan masuk pada modul pembaca arus (V)

Untuk itu dalam modul pembaca arus ini menggunakan kapasitor  $12\mu F / 16 V$  agar terhindar jika terjadi *over voltage* pada modul pembaca arus.[13]

Perhitungan untuk mencari R3 adalah mengkonversi RMS arus maksimal dimana dalam sensor SCT – 013 arus maksimal 100A, jadi perhitungan mencari R3 sebagai Berikut :

- Mengkonversi RMS (*Root Mean Square*) arus maksimal menjadi arus puncak dengan cara arus RMS =  $I_{peak} = I_{rms} \times \sqrt{2}$   

$$= 100A \times 1,414 = 141,4A \quad (1)$$

RMS disini mengamati nilai arus pada osiloskop pada nilai puncak atau arus maksimum, karena tidak memberikan gambaran lengkap pada siklus gelombang, nilai RMS berperan sebagai memberikan ukuran atau nilai yang efektif dari waktu ke waktu dari siklus gelombang.

- Setelah mendapatkan nilai konversi RMS arus maksimal kemudian dibagi dengan *Trun Ratio* sensor SCT – 013 seperti yang ada pada Tabel 2.4, dimana *Trun Ratio* SCT – 013 100A : 0,05A = 2000

$$\frac{I_{peak}}{Trun Ratio} = \frac{141,4 A}{2000} = 0,0707 A \quad (2)$$

- Untuk memperkecil nilai toleransi pada saat pengukuran maka tegangan yang melintasi resistor pada arus maksimal RMS (*Ipeak*) harus setengah dari tegangan operasi Arduino, dimana tegangan operasi Arduino 5V seperti pada Tabel 2.2

$$\frac{2,5 V}{0,0707 A} = 35,4 \Omega \quad (3)$$

- Jadi nilai ideal untuk R3 adalah 35,4Ω.

## 2.10 Aplikasi Arduino IDE

Aplikasi Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan *software* sebagai sarana untuk memprogram mikrokontroler seperti *board* Arduino, ESP dan sebagainya. Fungsi dari Arduino ide ini sebagai *text* editor guna mempermudah melakukan proses pemrograman untuk menjalankan sistem dari mikrokontroler, aplikasi Arduino IDE memiliki fungsi utama *upload program* ke dalam *board* Arduino.[14]

Dalam pemrograman Arduino uno menggunakan bahasa pemrograman java yang sudah disertai dengan *library* dari *board* mikrokontroler seperti Arduino uno, Arduino atmega, Arduino nano, ESP32, dan ESP8266, dan terdapat library C/C++ untuk sensor – sensor yang akan dipakai dalam program Arduino.

The image shows a screenshot of the Arduino IDE software. The window title is "Blink | Arduino 1.8.5". The main text area contains the following code:

```
This example code is in the public domain.
http://www.arduino.cc/en/Tutorial/Blink
*/
// the setup function runs once when you press reset or power the board
void setup() {
  // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output.
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
}
// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000); // wait for a second
}
```

The status bar at the bottom indicates "32" and "Arduino/Genuino Uno on COM1".

Gambar 2. 10 Arduino IDE

## 2.11 Error

*Error* adalah sebuah penyimpangan dari hasil pengukuran menggunakan alat elektronik dengan hasil pengukuran nilai dari objek yang diukur, untuk dapat mengetahui nilai *error* dapat diperoleh menggunakan rumus. [15]

$$Error (\%) = \frac{| \text{Nilai Sebenarnya} - \text{Nilai Pengukuran} |}{\text{Nilai Sebenarnya}} \times 100\%$$

Persamaan 2. 6 Persamaan *Error*

Semakin kecil nilai *error* yang dihasilkan maka pengukuran dikatakan semakin akurat. [15]

Sebagai perbandingan antara nilai hasil pengukuran dari sensor dan nilai sebenarnya diukur menggunakan alat multimeter digital.

