

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Sensor PZEM-004T



Gambar 2. 1 Sensor PZEM-004T.

Gambar 2.1 sensor PZEM-004T merupakan modul sensor yang multifungsi contohnya digunakan untuk pengukuran daya aktif, tegangan AC, frekuensi, energi aktif, dan arus yang terdapat pada sebuah aliran listrik. Penggunaan sensor ini khusus untuk penggunaan di dalam ruangan, selain itu beban yang terpasang tidak boleh melebihi daya yang sudah ditetapkan. Sensor PZEM-004T data dibaca melalui interface TTL dari modul ini adalah interface pasif, membutuhkan catu daya eksternal 5v artinya jika berkomunikasi keempat port (5V, RX, TX, GND) harus terhubung. Sensor PZEM-004T mempunyai dimensi fisik dari papan sensor PZEM-004T  $3,1 \times 7,4$  cm selain itu sensor PZEM-004T dibundel dengan sebuah kumparan trafo arus diameter 3 mm digunakan untuk mengukur arus maksimal rentang pengukuran 100A untuk *External Transformator*, dan rentang pengukuran 10A untuk *Built-in Shunt* (Habibi et al., 2017).

Dalam pengujian sensor PZEM dilakukan pengukuran untuk mendapatkan nilai pembacaan sensor dan nilai pengukuran manual dengan alat ukur, sehingga bisa mengetahui nilai % *error*. Tingkatan nilai *error* yang baik yaitu dibawah 10%, untuk mendapatkan nilai % *error* dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\%error = \frac{|nilai\ pembacaan\ sensor - nilai\ pembacaan\ alat\ ukur|}{nilai\ pembacaan\ alat\ ukur} \times 100\% \quad (2.1)$$

### 2.1.1 Karakteristik Sensor PZEM-004T

Karakteristik dari Sensor PZEM-004T yaitu:

- a. *Power button clear / reset energy*;
- b. *Power down data storage function (cumulative power down before saving)*;
- c. Pengukuran daya 0 ~ 9999 kW;
- d. Pengukuran tegangan 80 ~ 260 VAC;
- e. Pengukuran arus 0 ~ 100 A (Sapriyanto, 2020).

### 2.1.2 Spesifikasi Sensor PZEM-004T

Spesifikasi dari sensor PZEM-004T yaitu:

- a. *Working voltage* 80 ~ 260 VAC;
- b. *Rated power* 100 A / 22000 W;
- c. *Working Frequency* 45 – 65 Hz;
- d. *Measurement accuracy* 1.0 (Sapriyanto, 2020).

### 2.1.3 Deskripsi Fungsi Sensor PZEM-004T

Deskripsi fungsi sensor PZEM-004T meliputi:

1. Tegangan
  - a. Rentang pengukuran 80 ~ 260 V;
  - b. Ketepatan ukur 0.5%;

c. Resolusi 0.1 V.

2. Arus

a. Mulai mengukur arus 0.01 A untuk sensor PZEM -004 T-10A dan 0.02 untuk sensor PZEM -004 T-100A;

b. Rentang pengukuran 0 ~ 10 A untuk sensor PZEM -004 T-10A dan 0 ~ 100 A untuk sensor PZEM -004 T-100A;

c. Ketepatan ukur 0.5%;

d. Resolusi 0.001 A.

3. Daya

a. Mulai mengukur daya 0.4 W;

b. Rentang pengukuran 0 ~ 2.3 kW untuk sensor PZEM -004 T-10A dan 0 ~ 23 kW untuk sensor PZEM -004 T-100A;

c. Ketepatan ukur 0.5%;

d. Resolusi 0.1 W;

e. Format tampilan:

<1000 W, it display one decimal, such as: 999.9 W;

≥1000 W, it display only integer, such as: 1000 W.

4. Faktor Daya

a. Rentang pengukuran 0.00 ~ 1.00;

b. Ketepatan ukur 1%;

c. Resolusi 0.01.

5. Frekuensi

a. Rentang pengukuran 45 Hz ~ 65 Hz;

b. Ketepatan ukur 0.5%;

- c. Resolusi 0.1 Hz.
6. Energi
- a. Rentang pengukuran 0 ~ 9999.99 kWh;
  - b. Ketepatan ukur 0.5%;
  - c. Resolusi 1 Wh;
  - d. Format tampilan:
    - <10 kWh, the display unit is Wh (1 kWh = 1000 Wh),
    - such as: 9999 Wh  $\geq$  10 kWh, the display unit is kWh,
    - such as: 9999.99 kWh (Anwar et al., 2019).

## 2.2 Mikrokontroler ESP32

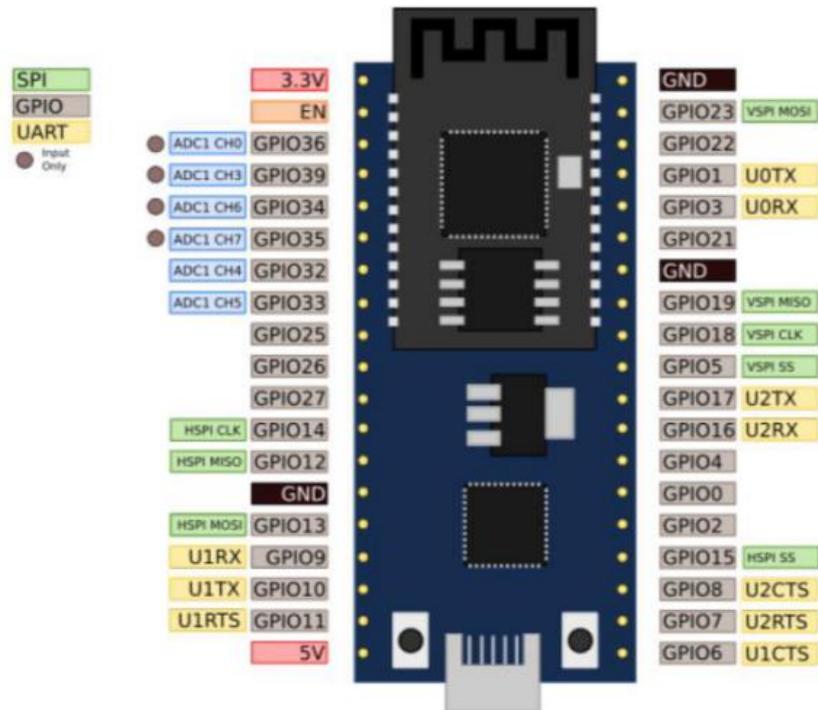
Mikrokontroler ESP32 merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Mikrokontroler ESP32 diperkenalkan oleh *Espressif System* yaitu mikrokontroler ESP32 yang dirancang oleh perusahaan berbasis Shanghai, China. Mikrokontroler ESP32 memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler yang lain, keunggulan dari mikrokontroler ESP32 yaitu memiliki pin analog yang lebih banyak, pin out yang lebih banyak, memori yang lebih besar, dan terdapat *low energy bluetooth 4.0*. Pada mikrokontroler ESP32 memorinya terdiri dari 448 kB ROM, 520 kB SRAM, dua 8 kB RTC memori, dan *flash memory* 4 MB. Selain itu juga chip ini memiliki 18 pin ADC(12-bit) artinya bernilai 0 sampai 4095 kegunaannya untuk mengukur arus yang mengalir lewat blok terminal digunakan modul sensor, empat unit SPI, dan dua unit I2C. Mikrokontroler ESP32 memiliki kelebihan utama yaitu harga yang relatif murah, memiliki pin I/O yang memadai, memiliki adapter WiFi, dan mudah diprogram (Widyatmika et al., 2021).

Mikrokontroler ESP32 memiliki spesifikasi sebagaimana yang ditampilkan pada Tabel 2.1 (Kusumah & Pradana, 2019).

Tabel 2. 1 Spesifikasi Mikrokontroler ESP32.

<b>Nomor</b>	<b>Atribut</b>	<b>Detail</b>
1	Tegangan	3.3 Volt
2	Prosesor	Tensilica L108 32 bit
3	Kecepatan prosesor	Dual 160 MHz
4	RAM	520 K
5	GPIO	34
6	ADC	7
7	Dukungan 802.11	11 b/g/n/e/i
8	Bluetooth	BLE (Bluetooth Low Energy)
9	SPI	3
10	I2C	2
11	UART	3

Tabel 2.1 spesifikasi mikrokontroler ESP32 merupakan salah satu mikrokontroler yang dijadikan pilihan yang digunakan pada alat interface mikrokontroler, alasan utamanya karena pada mikrokontroler ESP32 ini memiliki interface yang lengkap dan sudah tertanamnya WiFi pada mikrokontroler sehingga tepat pada alat *trainer Internet of Things*. Pin out dari GPIO pada ESP32 terdapat pada Gambar 2.2 (Kusumah & Pradana, 2019).



Gambar 2. 2 Pin out ESP32.

Gambar 2.2 *Pin out* ESP32 terdapat UART merupakan singkatan dari *Universal Asynchronous Receiver-Transmitter*. UART merupakan sebuah perangkat pada mikrokontroler untuk melakukan komunikasi data serial. Terdapat 3 bagian/blok besar pada perangkat keras UART yaitu *transmitter* yang melakukan pengiriman data melalui pin TX, *receiver* yang melakukan penerimaan data melalui pin RX, dan *clock* (*clock generator*) yang berhubungan dengan *setting* kecepatan transfer data. SPI singkatan dari *Serial Peripheral Interface*, merupakan komunikasi sinkron data serial yang bekerja pada mode *full duplex*. SPI ini port memungkinkan digunakan untuk pengaturan lebar data yang akan digeser masuk atau keluar dari *device* selain itu juga dapat mengatur kecepatan transfer data, maka dari penjelasan tersebut SPI merupakan *high-speed synchronous serial input/output*. Pada port SPI terdapat 4 jalur sinyal yaitu MOSI (*Master Out Slave In*) pin ketika piranti dikonfigurasi sebagai master, maka pin MOSI sebagai *output* akan tetapi jika piranti sebagai *slave* pin MOSI dijadikan sebagai *input*. MISO

(*Master In Slave Out*) pin ketika piranti dikonfigurasi sebagai master, maka pin MISO dijadikan sebagai *input*, akan tetapi jika piranti sebagai *slave* pin MISO dijadikan sebagai *output*. SCK (*Serial Clock*) pin ketika piranti dikonfigurasi sebagai *master*, maka pin SCK sebagai *output*/pembangkit *clock* akan tetapi apabila piranti sebagai *slave* maka SCK sebagai penerima *clock* dari perifer *master*. SS (*Slave Select*) merupakan pin untuk untuk mengkonfigurasi piranti mikrokontroler berfungsi sebagai *master/slave*, apabila pin SS diberi logika *high* maka piranti dikonfigurasi sebagai master begitupun sebaliknya (Kusumah & Pradana, 2019).

### 2.3 Relay



Gambar 2. 3 Relay.

Gambar 2.3 merupakan relay yang termasuk dalam komponen elektronika berupa sebuah saklar elektronik yang digerakan oleh arus listrik. Kumaran tegangan rendah yang terdapat pada relay dililitkankan pada sebuah inti, armatur besi yang akan terjadi tarikan menuju inti apabila sebuah arus mengalir melewati kumaran, armatur yang terpasang berpegas akan tertarik menuju kontak jalur secara bersamaan akan merubah posisinya yang awalnya kontak normal tertutup

menjadi kontak normal terbuka (Turang, 2015). Dapat disimpulkan prinsip relay merupakan tuas saklar dengan sebuah lilitan kawat pada solenoid/batang besi didekatnya. Apabila solenoid/batang besi ini dialiri arus listrik yang terjadi tuas akan tertarik karena timbulnya gaya magnet yang terjadi pada solenoid/batang besi, sehingga kontak saklar tersebut akan menutup. Apabila arus dihentikan maka gaya magnet akan hilang, akan kembali keposisi semula pada tuas tersebut dan kontak saklarnya akan terbuka (Sihombing, 2018).

### **2.3.1 Karakteristik Relay**

Karakteristik relay diantaranya:

- a. Pada impedansi ditentukan oleh tebalnya kawat yang digunakan dan banyaknya sebuah lilitan. Pada relay impedansi berniali 1 – 50 K Ohm karena untuk memperoleh daya hantar yang baik;
- b. Daya yang digunakan untuk mengoperasikan relay besarnya sama dengan nilai tegangan dikalikan dengan arus;
- c. Terdapat kontak-kontak jangkar yang banyak dapat membuka dan menutup lebih dari satu kontak yang tergantung pada sebuah kontak dan jenis relaynya (Turang, 2015).

### 2.3.2 Fungsi Relay

Fungsi relay pada umumnya yaitu:

- a. Berfungsi sebagai pengaman saklar dari arus yang besar;
- b. Berfungsi untuk mengendalikan sirkuit dengan tegangan tinggi yang dibantu oleh sinyal tegangan rendah;
- c. Berfungsi untuk memperkecil terjadinya penurunan tegangan menuju beban;
- d. Berfungsi menjalankan fungsi logika;
- e. Dapat digunakan untuk memberikan penundaan waktu.

### 2.4 *LCD Touchscreen*



Gambar 2. 4 *LCD TFT Touchscreen Module Shield.*

Gambar 2.4 menunjukkan *LCD TFT Touchscreen Module Shield*. *LCD* singkatan dari *Liquid Crystal Display*. *LCD* merupakan suatu jenis display elektronik yang menampilkan media menggunakan kristal cair sebagai penampilan

utamanya. Penggunaan *LCD* sudah dipakai diberbagai alat elektronik seperti layar komputer, *handphone*, televisi, dan kalkulator. Dengan adanya perkembangan teknologi maka terciptanya *LCD touchscreen*. *LCD touchscreen* merupakan perangkat *input* komputer, cara kerjanya dengan adanya sentuhan tampilan layar menggunakan pena digital atau jari dalam penggunaan mengoperasikan sistem komputer dengan cara menyentuh gambar atau tulisan yang ada di layarnya. Dengan prinsip kerja seperti itu *LCD touchscreen* menjadi sasaran banyak digunakan karena cara penggunaannya mudah dan memiliki tampilan yang sangat menarik (Nur et al., 2020)

*LCD TFT Touchscreen Module Shield* merupakan salah satu jenis *LCD touchscreen* yang dapat digunakan oleh mikrokontroler untuk menampilkan angka, tulisan, ataupun gambar, yang paling umum digunakan sebagai *display unit* dan *input device* pada proyek mikrokontroler (Sardadi, 2018).

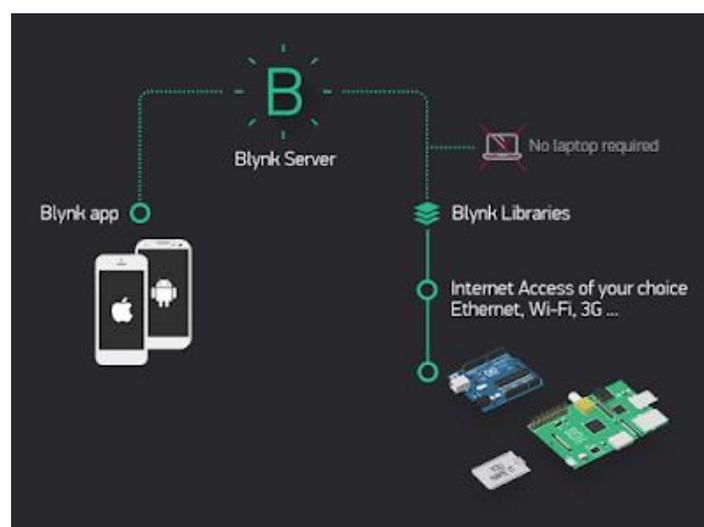
Tabel 2. 2 Pin *LCD TFT Touchscreen Module Shield*.

Arduino Pin	LCD Shield Pin	Uses
3.3 V	3.3 V	Power
5 V	5 V	Power
GND	GND	Power
A0	LCD_RD	LCD Control
A1	LCD_WR TOUCH_YP	LCD Control / Touch Data
A2	LCD_RS TOUCH_XM	LCD Control / Touch Data
A3	LCD_CS	LCD Control
A4	LCD_RST	LCD Reset
D2	LCD_D2	LCD Data

D3	LCD_D3	LCD Data
D4	LCD_D4	LCD Data
D5	LCD_D5	LCD Data
D6	LCD_D6 / TOUCH XP	LCD Data / Touch Data
D7	LCD_D7 / TOUCH YM	LCD Data / Touch Data
D8	LCD_D0	LCD Data
D9	LCD_D1	LCD Data
D10	SD_SC	SD Select
D11	SD_DI	SD Data
D12	SD_DO	SD Data
D13	SD_SCK	SD Clock

Tabel 2.2 pin *LCD TFT Touchscreen module shield* yang memiliki 20 pin dan 4 kategori yaitu *LCD command pin*, *LCD data pin*, *SD card data pin*, dan *power pin*.

## 2.5 Blynk



Gambar 2. 5 *Blynk*.

Gambar 2.5 *blynk* merupakan aplikasi yang digunakan untuk mengontrol atau mengendalikan mikrokontroler menggunakan jaringan internet. Aplikasi *blynk* merupakan *platform* aplikasi yang ada di iOS dan android. *Blynk* merupakan layanan server yang mendukung projek *Internet of Things* (IoT). *Blynk* didesain untuk *Internet of Things* (IoT) berfungsi mengendalikan *hardware* dari jarak jauh, selain itu juga untuk menyimpan data, menampilkan data sensor, dan memvisualisasikannya (Kusumah & Pradana, 2019).

Dalam aplikasi *blynk* terdapat 3 komponen utama:

- a. *Blynk App* yaitu untuk membuat sebuah antarmuka dari alat yang dibuat dengan menggunakan berbagai widget yang telah disediakan. Dapat disimpulkan *project interface* dibuat dengan berbagai macam komponen *input output* yang mendukung pengiriman atau penerimaan data, kemudian mempresentasikan data sesuai dengan komponen yang dipilih, representasi datanya berupa grafik atau berbentuk visual angka.
- b. *Blynk Server* yaitu fasilitas *backend service* berbasis *cloud* yang bertanggung jawab atas komunikasi antara aplikasi *blynk* yang ada di *smartphone* dengan alat yang dibuat (*hardware*). Kelebihan dari *blynk server* dapat menangani puluhan *hardware* pada saat bersamaan semakin memudahkan bagi pengembang sistem *IoT*.
- c. *Blynk Library* yaitu untuk memberikan kemampuan terhadap alat yang dibuat (*hardware*) supaya dapat berkomunikasi dengan *blynk server*, selain itu juga dapat memproses semua data dari *input output*, dan dapat membantu pengembangan *code* (Hariri et al., 2019).

## 2.6 Review Hasil Penelitian yang Terkait

Tabel 2. 3 *Review Hasil Penelitian yang Terkait.*

Nomor	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Tempat dan Tahun Penelitian	Pembahasan
1	Pembatas Arus Otomatis Berbasis Mikrokontroler	M. Aris Munandar	Laboratorium PLC, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, 2016.	<p>Penelitian ini membahas tentang pembatas arus otomatis berbasis mikrokontroler, saklar elektronik berbasis mikrokontroler ini mendukung sistem operasi pemindahan beban secara otomatis. Sistem mikrokontroler yang dipakai yaitu arduino nano, sensor ACS712, kontaktor sebagai saklar otomatisnya, dan menggunakan display LCD 16x2. Pada penelitian ini pembatasan arus pada beban sudah ditentukan</p>

				yaitu maksimal 2A.
2	Pengaman Beban Lebih Berbasis Arduino Nano	Farah Lutfiana Rokhmani yyah	Teknik Elektro, Universitas Negeri Yogyakarta, 2019	<p>Penelitian ini merancang rangkaian alat pengaman beban lebih berbasis arduino nano. <i>System microcintrroller unit</i> berupa rangkaian elektrtronik yang didesain sedemikian rupa pada akhirnya berfungsi sebagai pengolahan data dengan arduino nano sebagai pusat kendali. Pada perancangan ini alat yang mendeteksi arus dan tegangan menggunakan sensor ACS712, arus masuk yang dibatasi sebesar 2A, kemudian sensor ini masuk ke beban melewati rangkaian dan terbaca pada layar <i>LCD</i> 16x2.</p>
3	Monitoring	Agus	Teknik	Penelitian ini merancang

	<p>Daya Listrik Berbasis IoT (<i>Internet of Things</i>)</p>	<p>Ardiansyah</p>	<p>Elektro, Fakultas Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2020.</p>	<p>monitoring daya listrik berbasis <i>IoT (Internet of Things)</i> yang mampu memonitoring pemakaian energi listrik dan membatasi arus penggunaan beban. Dalam perancangan ini menggunakan alat sensor tegangan ZMPT101B, sensor arus AC712, relay, arduino Uno, dan Node MCU. Penelitian ini membatasi arus yang boleh masuk sebesar 2A jika melebihi batas arus maka alat monitoring akan mati.</p>
4	<p>Rancang Bangun Monitoring dan Pemutus</p>	<p>Monika Catharina Sihombing</p>	<p>Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas</p>	<p>Penelitian ini merancang monitoring dan pemutus arus otomatis menggunakan SMS (GSM) pada MCB</p>

	<p>Arus Otomatis Menggunakan SMS (GSM) pada MCB (<i>Miniature Circuit Breaker</i>)</p>		<p>Sumatera Utara, Medan, 2018.</p>	<p>(<i>Miniature Circuit Breaker</i>). Alat ini untuk memonitoring besaran arus yang terdeteksi dan otomatis mengirim sms untuk menandakan terjadi trip, serta secara otomatis menyalakan kembali MCB dengan memberi perintah ketik <i>ON</i>. Rancang bangun ini memakai modul arduino uno, sensor arus ACS712 yang dihubungkan ke relay dan modul GSM SIM 800L.</p>
--	--	--	-------------------------------------	---

Tabel 2.3 *review* hasil penelitian yang terkait mengenai perancangan alat pembatas arus *adjustable limiter* berbasis mikrokontroler, yang membedakan penelitian ini dengan penelitian terkait yaitu mikrokontroler yang digunakan ESP32, pendeteksi arus dan tegangan menggunakan sensor PZEM serta menggunakan display *LCD TFT Touchscreen*. Perbedaan yang lain yaitu perancangan batasan arusnya dapat diubah mulai dari 1A sampai 4A.