

## **BAB II**

### **DASAR TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Dasar Teori**

Daya listrik merupakan suatu kecepatan energi listrik yang mengalir dari sumber ke titik tertentu pada suatu peralatan elektronik (Agus Ardiansyah, 2020). Daya listrik terbagi dalam dua komponen, yaitu;

1. Tegangan Listrik (**V**)

Tegangan listrik merupakan energi per unit muatan, yang digunakan untuk mendorong muatan listrik berpindah antara dua titik dalam suatu rangkaian elektronik.

2. Arus Listrik (**I**)

Arus listrik merupakan suatu aliran muatan listrik dalam suatu penghantar, yang terbentuk dengan adanya perbedaan potensial atau tegangan antara dua titik pada suatu penghantar. Arus listrik mengalir dari potensial tinggi ke titik potensial yang lebih rendah melalui suatu konduktor.

Daya listrik dapat diukur dengan satuan watt (W) menggunakan rumus berikut:

$$[ P = V \times I ]$$

Dimana,

$P$  = Daya listrik dalam satuan Watt (W) atau *Joule/second*

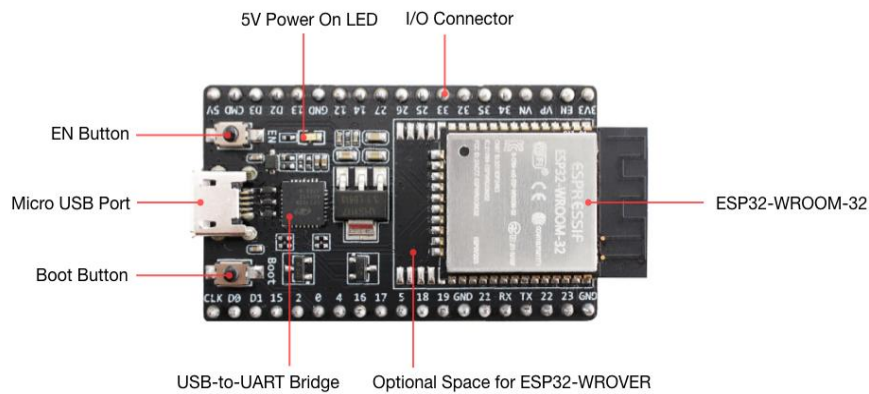
$V$  = Tegangan dalam satuan Volt (V)

$I$  = Arus dalam satuan Ampere (A).

#### **2.2. Modul ESP32 DevKitC-V4**

Modul ESP32 DevKitC-V4 merupakan suatu perangkat System on Chip (SoC) yang dilengkapi dengan dua fitur WiFi dan Bluetooth, ESP32 memiliki prosesor, penyimpanan dan akses General Purpose Input Output (GPIO). EP32 berfungsi untuk menggantikan Arduino dengan terhubung langsung ke jaringan WiFi. ESP32 DevKitC-V4 merupakan papan pengembangan berukuran kecil

berbasis ESP32 diproduksi oleh Espressif. Pin I/O dipetakan ke header pin pada dua sisi untuk memudahkan penghubungan. Berikut bentuk fisik dari DevKitC-V4, dapat dilihat pada gambar 2. 1.

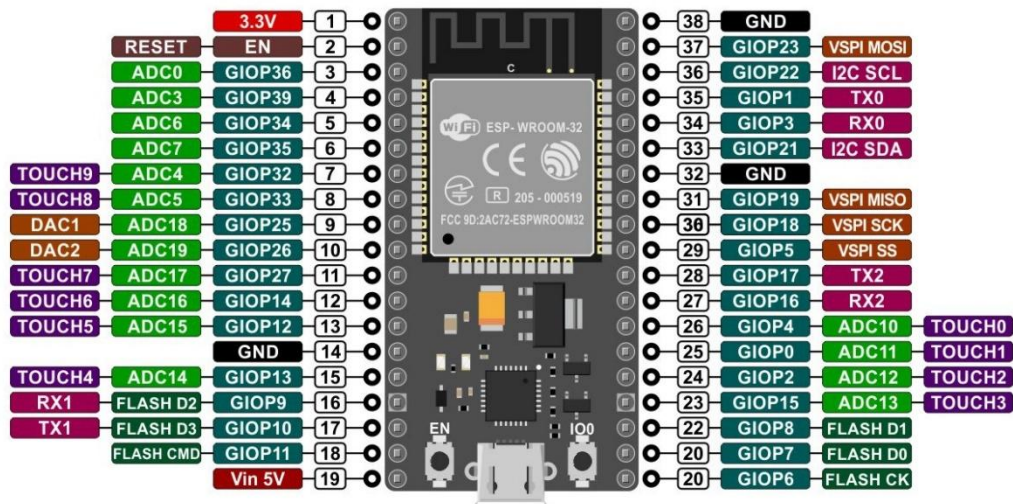


Gambar 2. 1. ESP32-DevKitC V4.

Adapun keterangan dari bagian-bagian ESP32 DevKitC-V4, seperti pada tabel 2. 1.

Tabel 2. 1. Bagian ESP32-DevKitC V4

No	Bagian Komponen	Keterangan
1.	ESP32-RUANG-32	Modul dengan ESP32 sebagai intinya. Untuk informasi lebih lanjut, lihat Lembar Data ESP32-WROOM-32.
2.	ID	Tombol reset.
3.	Boot Button (Tombol Button)	Tombol unduh. Menekan tombol Boot dan kemudian menekan EN akan memulai mode Unduhan Firmware untuk mengunduh firmware melalui port serial.
4.	Jembatan USB ke UART	Chip jembatan USB-UART tunggal menyediakan kecepatan transfer hingga 3 Mbps.
5.	Port Mikro USB	Antarmuka USB. Catu daya untuk papan serta antarmuka komunikasi antara komputer dan modul ESP32-WROOM-32.
6.	Lampu LED Daya 5V	Menyala saat USB atau catu daya eksternal 5V tersambung ke papan.
7.	I/O Masukan/Keluaran	Sebagian besar pin pada modul ESP dipecah menjadi header pin pada papan. Anda dapat memprogram ESP32 untuk mengaktifkan beberapa fungsi seperti PWM, ADC, DAC, I2C, I2S, SPI, dll.



Gambar 2. 2. ESP32-DevKitC Pin Layout

Adapun spesifikasi dari ESP32-DevKitC V4 dengan segala bagian Pin OUT, dapat dilihat pada tabel 2. 2.

Tabel 2. 2. Spesifikasi dan Pin OUT ESP32 Devkit-V4

No.	Name	Type 1	Keterangan / Fungsi
1.	GND	G	GND (untuk menghubungkan perangkat ke ground sistem.)
2.	23	I/O	IO23 (pin GPIO umum untuk input/output digital.)
3.	22	I/O	IO22 (pin GPIO umum untuk input/output digital.)
4.	TX	I/O	TX (untuk transmisi data serial (TX) UART.)
5.	RX	I/O	RX (untuk penerimaan data serial (RX) UART.)
6.	21	I/O	IO21 (pin GPIO umum untuk input/output digital.)
7.	GND	G	GND (untuk menghubungkan perangkat ke ground sistem.)
8.	19	I/O	IO19 (pin GPIO umum, sering digunakan untuk komunikasi SPI.)
9.	18	I/O	IO18 (pin GPIO umum, sering digunakan untuk komunikasi SPI.)
10.	5	I/O	IO5 (pin GPIO umum untuk input/output digital.)
11.	17	I/O	IO17 (pin GPIO umum untuk input/output digital.)
12.	16	I/O	IO16 (pin GPIO umum untuk input/output digital.)
13.	4	I/O	IO4 (pin GPIO umum untuk input/output digital.)
14.	0	I/O	IO0 (pin GPIO umum untuk input/output digital dan pin boot.)
16.	2	I/O	IO2 (pin GPIO umum untuk input/output digital.)
17.	15	I/O	IO15 (pin GPIO umum untuk input/output digital dan untuk debugging.)

17.	D1	I/O	D1 (pin GPIO untuk komunikasi/ sering digunakan dengan I2C atau SPI).
18.	D0	I/O	D0 (pin GPIO untuk input/output digital, sering digunakan dalam komunikasi.)
19.	CLK	I/O	CLK (untuk komunikasi SPI (Clock) dan pin GPIO umum.)

Pin D0, D1, D2, D3, CMD, dan CLK digunakan secara internal untuk komunikasi antara ESP32 dan memori flash SPI. Pin SPI dikelompokkan di kedua sisi dekat konektor USB. Perlu pembatasan penggunaan pin-pin tersebut, karena dapat mengganggu akses ke memori flash SPI / SPI RAM.

### 2.3. Modul ZMPT101B

Modul ZMPT101B merupakan sensor yang digunakan pada pengukuran tegangan suatu aliran listrik hingga sebesar 250 VAC. Sensor ini memiliki 4 pin, di antaranya pin 1 dan 2 untuk input utama, sedangkan pin 3 dan 4 digunakan sebagai output. Sensor ini juga dilengkapi dengan transformator, untuk menurunkan tegangan ke tingkat yang lebih aman dalam melakukan pengukuran. Sensor ZMPT101B dapat menghasilkan sinyal analog yang proporsional, kemudian akan dikonversi menjadi sinyal digital oleh mikrokontroler dengan menggunakan ADC (*Analog to Digital Converter*). Bentuk fisik dari modul ZMPT101B dapat dilihat pada gambar 2. 3.



Gambar 2. 3. Modul Tegangan ZMPT101B

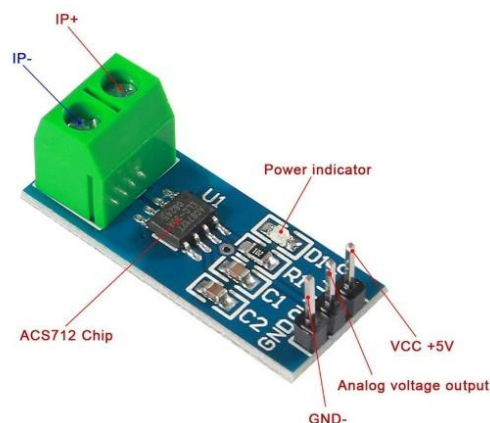
Spesifikasi modul ZMPT101B, seperti berikut :

- Sensor tegangan 110-250V AC sistem Active Transformer
- Langsung sambung ke Tegangan PLN 220V

- Model ZMPT101B
- Ukuran papan PCB : 50x19mm
- Nilai Input Current : 2mA
- Retardasi (dinilai input) : “20 (input 2mA, sampling resistance 100Ω)
- Kisaran linear : 0 ~ 1000V
- Isolasi tegangan : 4000V
- linearitas akurasi sensor  $\leq 0.2\%$  (20% dot ~ 120% dot)
- instalasi PCB mount (Pin Panjang > 3mm)
- Suhu pengoperasian antara  $-40^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$ .

#### 2.4. Modul ACS172 30A

Modul ACS712 30A merupakan sensor yang digunakan untuk pengukuran arus pada suatu aliran listrik. Modul ACS712 30A, menggunakan prinsip *Hall-Effect* sehingga dapat digunakan dalam pengukuran arus searah (DC), maupun arus bolak balik (AC). *Hall Effect* merupakan perubahan posisi suatu aliran listrik yang mengalir melalui semikonduktor, sehingga menimbulkan pergeseran posisi muatan dan tegangan terukur dari pergerakan elektron pada konduktor. Bentuk fisik Modul ACS712 30A dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2. 4. Modul Arus ACS172 30A

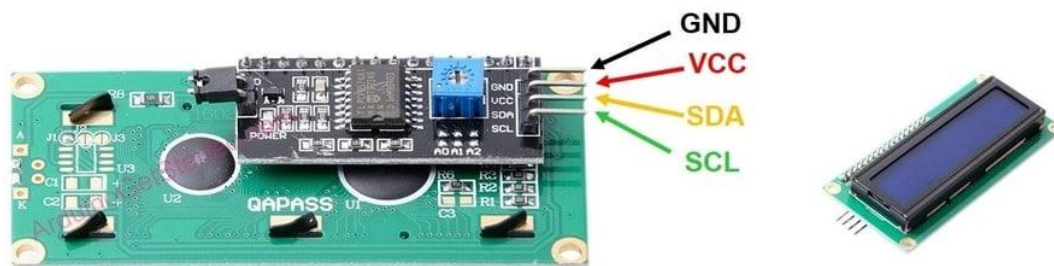
Berikut Spesifikasi dari sensor arus ACS712 30A:

- Rise time output = 5  $\mu\text{s}$ .
- Bandwidth sampai dengan 80 kHz.

- Total kesalahan output 1,5% pada suhu kerja  $T_A = 25^\circ\text{C}$ .
- Tahanan konduktor internal 1,2 m $\Omega$ .
- Tegangan isolasi minimum 2,1 kVRMS antara pin 1-4 dan pin 5-8.
- Sensitivitas output 185 mV/A.
- Mampu mengukur arus AC atau DC hingga 30 A.
- Tegangan output proporsional terhadap input arus AC atau DC.
- Sumber Tegangan kerja 5 VDC.

Untuk mengukur arus yang melewati sensor ini digunakan rumus tegangan pada pin Out =  $2,5 \pm (0,185 \times I)$  Volt, dimana I = arus yang terdeteksi dalam satuan Ampere.

## 2.5. Modul I2C LCD 16 $\times$ 4



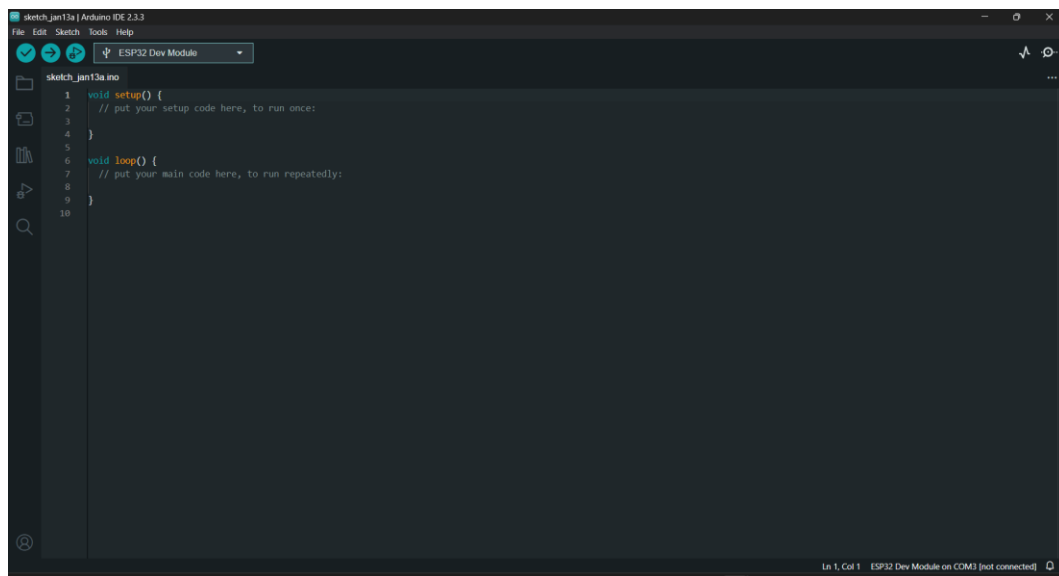
Gambar 2. 5. Modul I2C dan LCD 16 $\times$ 4

LCD 16 $\times$ 4 (*Liquid Crystal Display*) merupakan teknologi tampilan yang dapat menghasilkan gambar dengan menggunakan kristal cair sebagai komponen utama. LCD 16 $\times$ 4 terbuat dengan teknologi CMOS (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*) yang dapat memantulkan cahaya dari sekitarnya terhadap front-lit atau transmisi cahaya dari back-lit. Sehingga ketika arus listrik diterapkan, kristal cair akan mengubah orientasinya dengan mempengaruhi cahaya yang melewati lapisan tersebut. Berikut spesifikasi pin dari modul I2C:

- Pin GND (Ground): Pin ini terhubung ke Ground ESP32.
- Pin VCC (Voltage Collector Collector): Pin ini menyuplai tegangan 3.3VDC dan 5 VDC.

- Pin SDA (Serial Data): digunakan untuk mengirim dan menerima data serial melalui protokol I2C.
- SDA : bertindak sebagai saluran data.
- Pin SCL (Serial Clock): digunakan sebagai sinyal *clock* protokol I2C.
- SCL : untuk mengatur waktu pengiriman dan penerimaan data.

## 2.6. Software ARDUINO IDE



Gambar 2. 6. Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan suatu perangkat lunak *open source* dan gratis, digunakan untuk pembuatan kode program dan di unggah ke papan mikrokontroler yang mendukung Arduino Core, seperti Arduino Uno mikrokontroler sendiri dan modul ESP32 DevkitC-V4 dsb. Arduino IDE dilengkapi dengan pustaka (*library*), pustaka tersebut digunakan dalam pengembangan dari setiap fungsi penulisan program.

Selain itu juga Arduino IDE, memiliki *framework* atau struktur penulisan program yang digunakan dalam pembangunan suatu aplikasi, agar dapat berfungsi dengan baik. *Framework* pada Arduino IDE tersebut dapat dilihat pada tabel 2. 3.

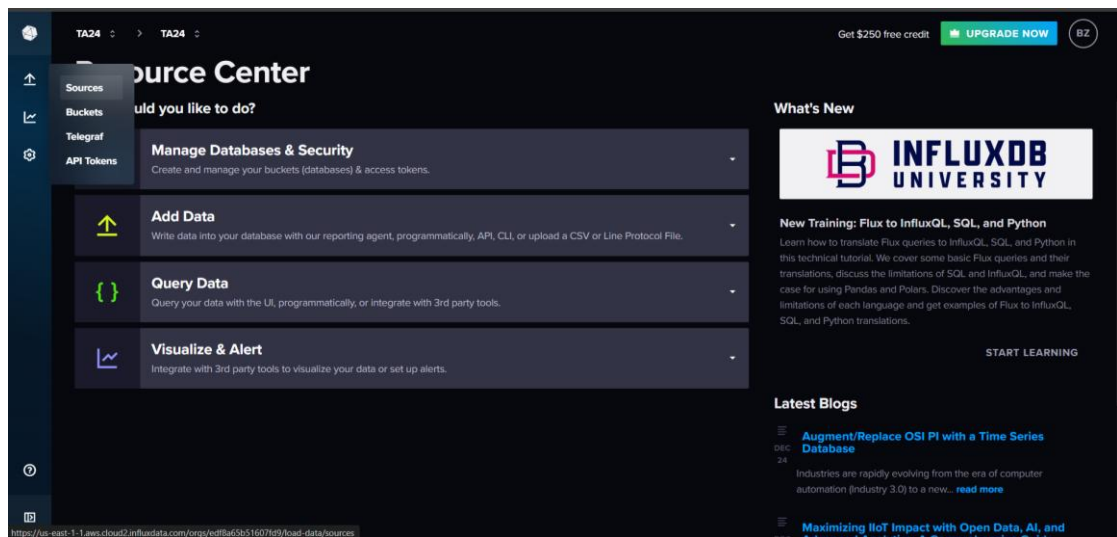
Tabel 2. 3. Framework Arduino IDE

No	Program	Keterangan
1	void setup()	Bagian ini hanya dijalankan sekali saat program dimulai, seperti inisialisasi variabel dan mengatur mode pin I/O.
2	void loop()	Bagian ini dijalankan berulang setelah fungsi setup () selesai, seperti membaca sensor, mengirim data dsb.
3	#include	Direktif ini digunakan untuk menyertakan file header atau Pustaka (library) dalam program.
4	#define	Direktif ini digunakan dalam mendefinisikan makro atau konstanta.
5	const int	Bagian ini digunakan untuk deklarasi variabel dengan nilai tetap, seperti pada Vac = 34.
6	serial.begin (baudrate)	Berfungsi untuk memulai komunikasi serial dengan kecepatan tertentu, seperti serial.begin(115200) maka kecepatan komunikasi sebesar 115200 bps.
7	float	Tipe data float merupakan tipe data dengan angka decimal (bilangan pecahan), seperti nilai tegangan 222.50.
8	if dan else	Direktif ini digunakan dalam <i>preprocessor</i> untuk menentukan kondisi kompilasi.
9	setCursor()	Berfungsi untuk mengatur posisi kursor pada layer LCD, seperti lcd.setCursor(0, 0);
10	void readSensors	Berfungsi untuk membaca data dari sensor.
11	sensor.addField	Digunakan untuk menambahkan data pada suatu "Point" yang dikirim ke InfluxDB.
12	client.writePoint	Digunakan untuk mengirim data dari suatu Point ke server InfluxDB.
13	Point	Merupakan suatu objek yang merepresentasikan suatu titik data untuk dikirim ke InfluxDB.
14	sendDatatoInfluxDB	Bagian ini merupakan prosedur dalam pengiriman data ke InfluxDB.
15	displaydata	Berfungsi untuk menampilkan data pada layer LCD 16x2 I2C.
16	Serial.println	Berfungsi untuk mengirim data ke serial monitor dengan <i>newline</i> (baris baru) setelah data.
17	Serial.printf	Berfungsi untuk mengirim data ke serial monitor dengan format tertentu agar lebih terstruktur, misalnya serial.printf("tegangan:%.2f V/n", voltage);.
18	delay()	milliseconds digunakan untuk menunda eksekusi dari program dengan waktu yang ditentukan, seperti delay (1000);.



## 2.6. Platform InfluxDB

InfluxDB merupakan *platform open-source* berbasis bahasa GO, digunakan untuk penyimpanan database NoSQL (*Not only Structured Query Language*). InfluxDB dirancang khusus untuk menyimpan dan mengelola data deret waktu (*time-series data*) yang dikembangkan oleh InfluxData, tampilan InfluxDB dapat dilihat pada gambar 2. 7.



Gambar 2. 7. Platform InfluxDB

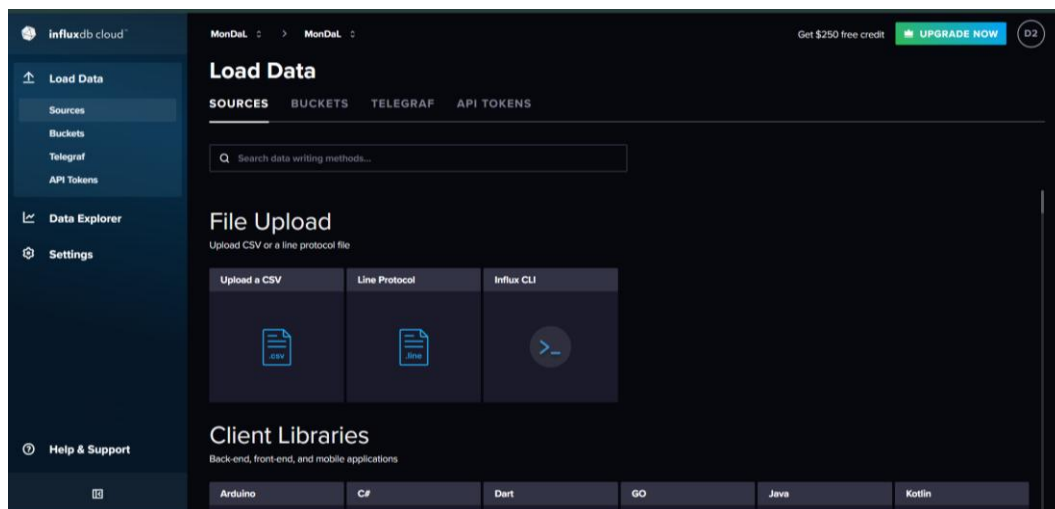
### 1. Menu Resource Center

Pada akun *client* InfluxDB yang telah dibuat, terdapat menu *Resource Center*, merupakan halaman yang berisi pengelolaan database dan keamanan. Berikut penjelasan dari bagian setiap fitur yang terdapat pada halaman *Source Center* :

- Manage Databases & Security : Merupakan bagian pengelolaan database dengan token akses pengguna.
- Add Data : Merupakan bagian penulisan data kedalam database dengan secara terprogram dengan agen, API, CLI atau unggahan CSV dengan *line protocol file*.
- Query Data : bagian penjelajahan Data Explorer untuk pembuatan kueri SQL secara visual.
- Visualize & Alert: bagian untuk melakukan integrasi dengan pihak ketiga dalam melakukan visualisasi data seperti pada penggunaan Grafana.

## 2. Menu Load data

Bagian menu lain pada penggunaan sebagai akun *client* InfluxDB terdapat *Load Data* yang merupakan bagian pengunggahan file dengan format CSV maupun melalui *Client Libraries*. Selain itu juga terdapat fitur lainnya, yaitu Buckets, Telegraf dan API Tokens. Halaman Load Data dapat dilihat pada gambar 2.8.



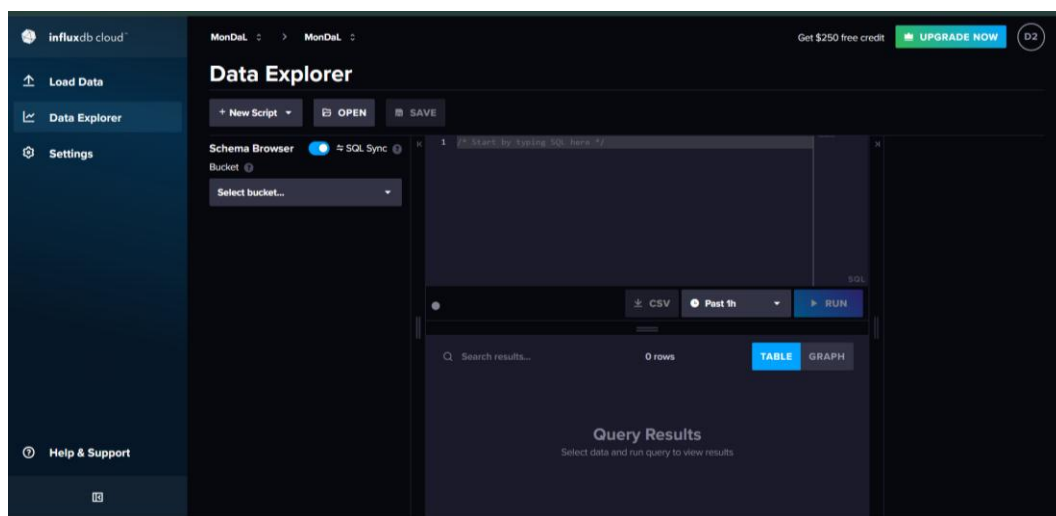
Gambar 2. 8 Halaman Load Data InfluxDB

Berikut penjelasan dari fitur-fitur yang ada pada menu Load Data:

- Sources, merupakan sumber data yang diimpor ke InfluxDB
- Buckets, merupakan tempat penyimpanan data dalam InfluxDB (Database) pada sistem.
- Telegraf, merupakan bagian Agen kumpulan data yang dapat mengirimkan data ke InfluxDB.

## 3. Menu Data Explorer

Pada bagian menu Data Explorer merupakan halaman penjelajahan data yang telah tersimpan. bagian ini memuat data yang diperoleh dari pengukuran sistem, sehingga pengguna dapat melakukan pengamatan data penggunaan daya listrik. Halaman Data Explorer dapat dilihat pada gambar 2. 9.



Gambar 2. 9. Halaman Data Explorer InfluxDB

Berikut penjelasan dari fitur-fitur pada menu Data Explorer:

- Fungsi *+ New Script*: digunakan untuk membuat skrip query baru.
- Fungsi *OPEN*: untuk membuka skrip query yang sudah ada.
- Fungsi *Save*: untuk menyimpan skrip query.
- Fungsi *Schema Browser*: menampilkan struktur data.
- Fungsi *SQL Sync*: untuk sinkronisasi query SQL dari sumber data dengan InfluxDB.
- Fungsi *Select Bucket*: untuk menentukan bucket yang dijalankan.
- *My Data*: Data yang dimiliki pengguna.
- *System Data*: Data sistem yang tersedia.
- Fungsi *Measurement*: Menampilkan pengukuran yang tersedia dalam bucket dalam hal ini adalah poin-poin dari sensor.
- Fungsi *Fields*: menampilkan field yang ada dalam pengukuran dalam hal ini tegangan, arus dan daya.
- Fungsi *Tag Keys*: kunci tag digunakan untuk mengkategorikan data.
- Halaman *Query Results*: menampilkan hasil dari kueri yang dijalankan, dalam hal ini menampilkan data dalam bentuk tabel dan grafik.
- Fungsi Unduh CSV: mengunduh data dari query tersebut dalam format CSV.

- Fungsi *Past 1h*: fitur ini digunakan untuk menentukan menampilkan data berdasarkan waktu, dalam hal ini sejak satu jam terakhir.
- Fungsi *RUN*: menampilkan data atau menjalankan query yang ditulis halaman SQL.

Berikut adalah bagian penulisan query untuk menampilkan data pada InfluxDB:

Listing 2. 1. Query SQL pada InfluxDB

No	Query
1	SELECT *
2	FROM "Lokasi 1"
3	WHERE
4	time >= now() - interval '1 hour'
5	AND
6	("Arus" IS NOT NULL OR "Daya" IS NOT NULL OR "Tegangan" IS NOT NULL)

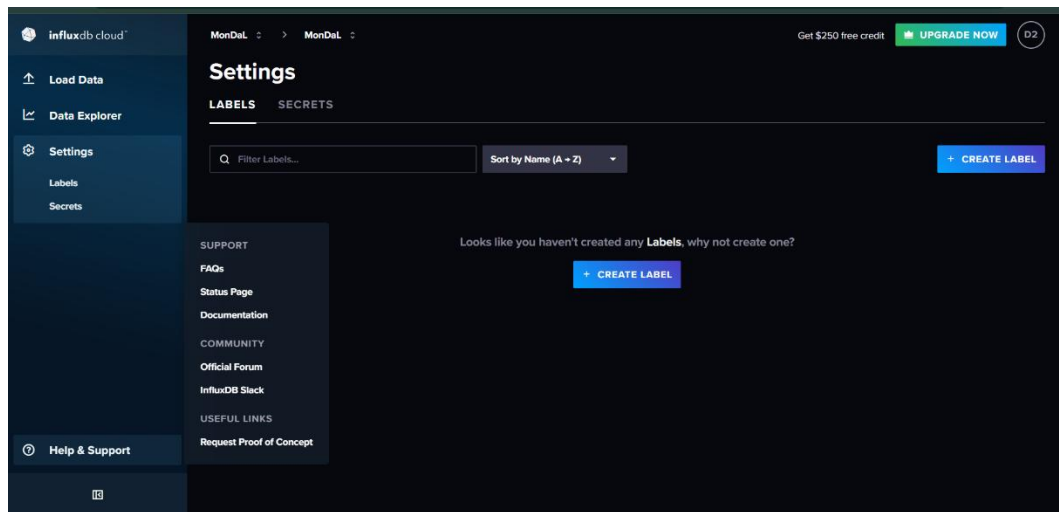
### 1. Menu Settings

Pada bagian menu *Settings* merupakan bagian pengaturan sistem yang tersedia dalam dua fitur, yaitu:

- *Labels* digunakan untuk menambahkan label yang teroganisir dan data dikelompokkan.
- *Secrets*, untuk mengelola informasi sensitif seperti password dan token.

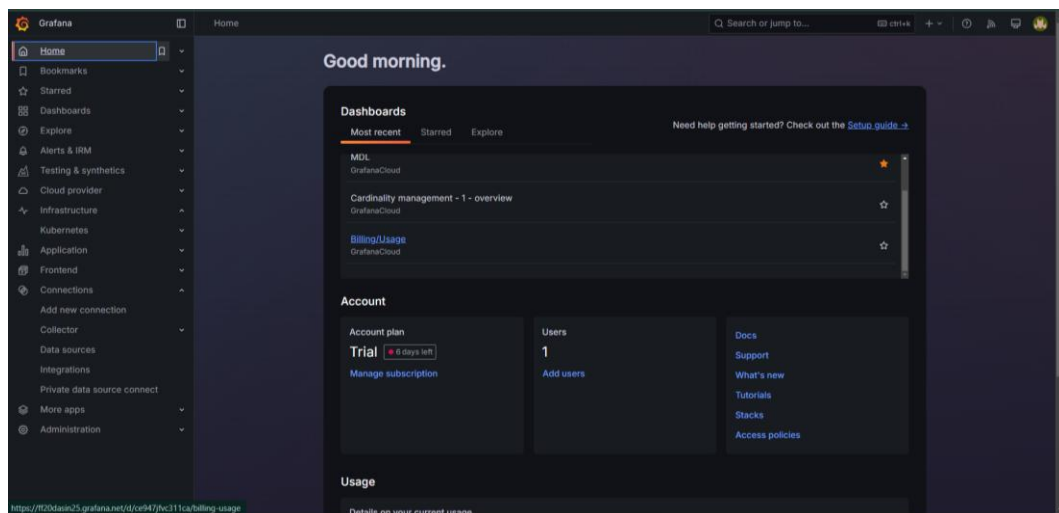
### 2. Menu Help & Support

Pada bagian menu ini menawarkan dokumentasi, panduan, dan dukungan teknis untuk membantu pengguna dalam menggunakan InfluxDB, kedua menu tersebut dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2. 10. Menu Settings, Help & Support

## 2.7. Platform Grafana

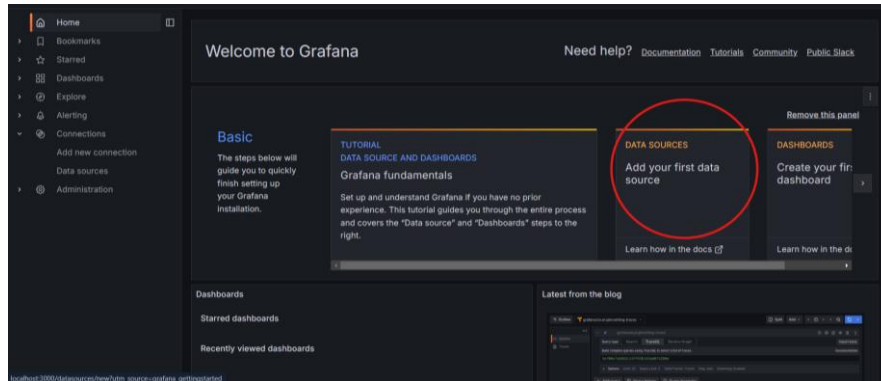


Gambar 2. 11. Platform Grafana

Grafana merupakan *platform open-source* yang digunakan untuk visualisasi dan analisis data yang mendukung protokol komunikasi data HTTP, MQTT dan protokol komunikasi lainnya yang berstandar IETF. Penyedia layanan Grafana adalah Grafana Labs dan di integrasikan oleh AWS (*Amazon Web Service*), Google Cloud, Microsoft Azure dsb. Grafana mendukung penggunaan pada banyak data seperti data *time-series* secara *real-time*, memungkinkan pengguna membuat

dashboard interaktif dan grafik data dari berbagai sumber data, berikut tahap konfigurasi sumber data ke Grafana.

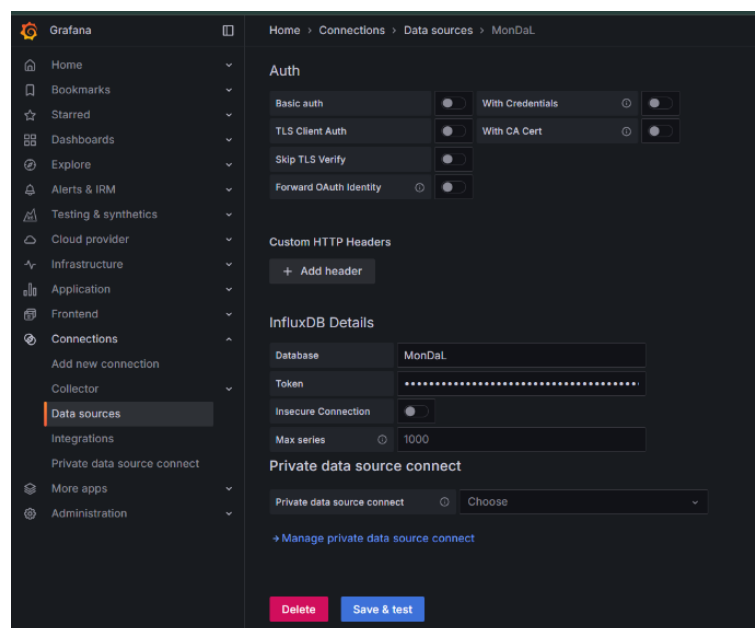
### 1. Konfigurasi sumber data dengan Grafana



Gambar 2. 12. Menentukan sumber data pada Grafana

Pada bagian konfigurasi seperti digambar 2. 12, pengguna harus menentukan sumber data yang akan divisualisasikan pada *Dashboard*. Kesulitan mencari sumberdata dari InfluxDB, dapat dilakukan melalui *plugin* dari halaman *Add data source*. Tahapan konfigurasi sumber data dari InfluxDB dapat dilihat gambar 2. 13.

### 2. Melakukan konfigurasi dari sumber data



Gambar 2. 13. Konfigurasi Grafana, InfluxDB sumber data

Pada tahap ini melakukan konfigurasi sumber data dari InfluxDB, tahap ini sangat penting untuk melakukan visualisasi data sistem. Tahap konfigurasi terdiri dari alamat URL, nama Bucket, Token dan SQL sebagai bahasa query yang digunakan.

## **2.8. Penelitian Terdahulu**

Agar penelitian ini dapat memberikan hasil yang optimal dengan memperoleh kinerja sistem yang berfungsi dengan baik, maka perlunya dilakukan pengkajian dari penelitian terdahulu, sebagai bahan perbandingan dari kelebihan dan kekurangan pada setiap rancangan sistem yang dibangun.

Pada penelitian terdahulu dari peneliti (Heru Susanto, 2018), dengan judul penelitian “Desain dan Implementasi Pemantau Tegangan Arus dan Motor DC menggunakan Konsep *Internet of Things* (IoT)”. Sistem yang dibangun dalam penelitian tersebut dapat berfungsi dengan baik namun, terdapat beberapa hal yang menjadi bahan pertimbangan jika diterapkan dalam melakukan monitoring daya listrik, hal tersebut merupakan sistem yang dibangun menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang dilengkapi dengan 1 Pin I/O analog, sehingga adanya ketergantungan penambahan ekspansi dalam kebutuhan lebih dari satu I/O analog. Hal lain perbandingan dari penelitian ini, yaitu sistem digunakan untuk pengukuran arus searah pada motor DC dan tidak dapat digunakan dalam pengukuran arus bolak-balik AC 100-220V dengan frekuensi 50Hz, Meskipun mirip dengan penggunaan modul ACS712 5A. Sedangkan penelitian ini menggunakan Modul ACS712 30A sehingga dapat digunakan dalam rentang pengukuran tersebut.

Pada penelitian terdahulu dari peneliti (Rizky Dwi Nareswara, Achmad Imam Agung, 2019,) dengan judul penelitian “Rancang Bangun Sistem Pengendalian Beban Listrik Berbasis Internet of Things (IOT)”. Sistem yang dibangun pada penelitian ini dapat berfungsi dengan baik, di antaranya dapat mengontrol lampu dan AC secara otomatis, dapat mengetahui total daya yang digunakan melalui pesan singkat "/daya : Menampilkan daya yang terpakai" pada fitur ChatBot di aplikasi Telegram. Pada hasil pengujian sistem dari peneliti

terdahulu ini, tidak dilakukan pengamatan berdasarkan *time-series* dan visualisasi data dari penggunaan daya listrik.

Dengan itu penelitian ini dapat menjadi solusi yang efisien dalam melakukan penggunaan daya listrik dengan format data (*time-series*), yang telah tersimpan pada InfluxDB dan dapat divisualisasikan dengan Grafana.