

**PROTOTYPE MONITORING PENGGUNAAN DAYA BERBASIS
HOME ASSISTANT PADA LABORATORIUM TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS DIRGANTARA MARSEKAL SURYADARMA**

Yohannes Dewanto¹, Arief Setiawan², Bekti Yulianti³, Munnik Haryanti⁴

¹yohannes@yahoo.com, ²ariefsetiawan@gmail.com, ³yuliantibekti@gmail.com,

⁴munnik.haryanti@gmail.com

¹²³⁴ Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma

ABSTRACT

The background to this research is there is no system for monitoring electrical power usage in the Electrical Engineering laboratory room, resulting in a voltage drop that occurs suddenly and causes the electricity network to shut down. This is very dangerous because it can cause damage to laboratory electronic equipment. So this power usage is one of the problems that must be considered in the laboratory because there is a lot of equipment used and other facilities that are active with quite a large amount of power. The method used to deal with the problem of overload usage is by designing an electrical power usage monitoring system using the NodeMCU ESP8266 module as the main control which has internet network features, the PZEM module which is a current detection sensor, RFID which functions as a power access key and monitored home assistant. via computer or smartphone. It was found based on the design results that the use of the electricity network can be carried out if it is activated using an RFID card and its use is monitored via the home assistant. The electrical network system will cut-off automatically when power usage exceeds the power limit determined in this experiment which is set to a maximum limit of 250 Watts.

Keywords: home assistant, NodeMCU Module, PZEM Module, RFID, Smartphone

ABSTRAK

Latar belakang dari penelitian ini adalah tidak adanya sistem pemantau pemakaian daya listrik di ruang laboratorium Teknik Elektro Unsurya sehingga terjadi *drop Voltage* atau tegangan turun yang terjadi secara tiba-tiba dan menyebabkan jaringan listrik mati. Hal ini sangat berbahaya karena dapat menyebabkan kerusakan pada alat-alat elektronik laboratorium. Maka penggunaan daya ini menjadi salah satu permasalahan yang harus diperhatikan di laboratorium karena banyaknya peralatan yang digunakan dan fasilitas lainnya yang aktif dengan daya yang cukup besar. Metode yang digunakan untuk menangani masalah penggunaan beban berlebih dengan merancang sistem pemantauan penggunaan daya listrik menggunakan modul NodeMCU ESP8266 sebagai kendali utama yang memiliki fitur jaringan internet, modul PZEM yang merupakan sensor pendeteksi arus dan RFID yang berfungsi sebagai kunci akses daya serta monitoring home assistant yang terpantau melalui komputer maupun smartphone. Didapatkan berdasarkan hasil rancangan bahwa penggunaan jaringan listrik dapat dilakukan apabila diaktifkan menggunakan kartu RFID dan pemakaiannya terpantau melalui home assistant. Sistem jaringan listrik akan cut-off secara otomatis saat penggunaan daya melebihi batas daya yang ditentukan pada percobaan ini yang di setting sampai batas maksimal 250 Watt.

Kata kunci: home assistant, Modul NodeMCU, Modul PZEM, RFID, Smartphone

1. Pendahuluan

Laboratorium merupakan salah satu unit penunjang bidang akademik pada lembaga pendidikan, berupa ruangan tertutup atau terbuka, bersifat permanen atau bergerak, dikelola secara sistematis untuk kegiatan pengujian, kalibrasi, dan/atau produksi dalam skala terbatas, dengan menggunakan peralatan dan bahan berdasarkan metode keilmuan tertentu, dalam rangka pelaksanaan pendidikan, penelitian, dan/atau pengabdian kepada masyarakat (Gustini & Wulandari, 2020). Berdasarkan penjelasan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa laboratorium (LAB) merupakan fasilitas yang harus disediakan untuk mendukung proses Pendidikan, penelitian dan/atau pengabdian kepada masyarakat, terutama untuk bidang keilmuan teknik. Laboratorium Teknik Elektro Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma melaksanakan fungsi di bidang Pendidikan sebagai tempat pelaksanaan perkuliahan, praktikum, penelitian dan kegiatan lainnya yang mendukung pelaksanaan Pendidikan.

Salah satu sarana penunjang yang harus disediakan oleh laboratorium adalah instalasi listrik yang memadai untuk menjalankan instrumen praktikum dan peralatan elektronik pendukung lainnya seperti komputer/laptop, AC, lampu, dan sebagainya. Dengan banyaknya fasilitas atau instrumen yang digunakan di laboratorium maka daya listrik menjadi perhatian utama untuk menghindari kemungkinan terjadinya *drop voltage* atau tegangan turun yang terjadi secara tiba-tiba dikarenakan penggunaan beban listrik yang berlebih yang menyebabkan putusnya jaringan listrik. Putusnya aliran listrik yang terjadi secara tiba-tiba dapat

menyebabkan kerusakan pada peralatan elektronika di laboratorium. Selain itu pemakaian listrik yang berlebihan juga menjadi salah satu sumber pemborosan penggunaan listrik.

Berdasarkan uraian latar belakang diatas maka perlu dibuat suatu alat untuk memonitoring penggunaan listrik sehingga dapat terpantau daya listrik yang sedang terpakai dan membatasi daya listrik yang dapat digunakan di ruang laboratorium untuk menghindari *drop voltage*. Nilai tegangan yang konstan akan mengoptimalkan unjuk kerja dari peralatan listrik di laboratorium (Octavianto et al., 2013).

Rancangan alat dibuat untuk memonitoring penggunaan daya menggunakan *home assistance* yang dapat diakses melalui smartphone atau komputer dan dilengkapi dengan kunci akses daya menggunakan RFID (*Radio Frequency identification*) yang berfungsi untuk membuka jaringan listrik yang akan digunakan di laboratorium. Artinya pemakaian listrik hanya dapat dilakukan apabila akses telah dibuka oleh asisten laboratorium. Selain itu alat akan dilengkapi dengan pengaman untuk membatasi penggunaan daya listrik yang secara otomatis akan meng cut-off jika melebihi batas penggunaan. Dengan memanfaatkan perkembangan teknologi industri 4.0, rancangan alat menggunakan modul NodeMCU sebagai kendali utama yang memiliki fitur internet dan modul PZEM untuk membaca aliran arus listrik.

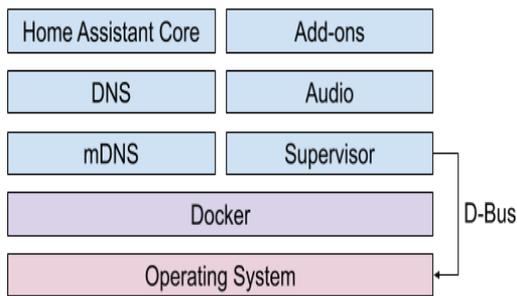
2. Kerangka Teori

2.1. Arsitektur Home Assistant

Home Assistant adalah *home automation platform* sumber terbuka

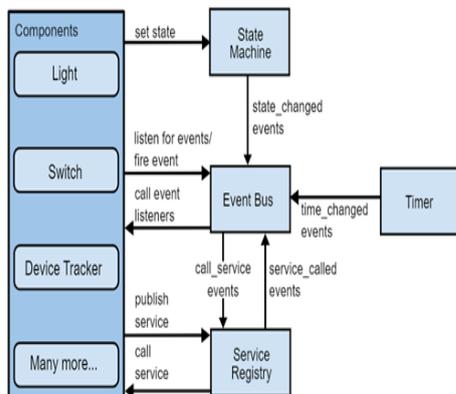
yang berjalan di Python 3 yang mengutamakan koneksi lokal dan privasi pengguna (Saputra, 2019). *Home assistant* dapat mengumpulkan data-data atau metrik yang menarik serta dapat divisualisasikan.

Sistem Operasi *Home Assistant* merupakan sistem operasi yang dibuat khusus yang dirancang untuk menjalankan *Home Assistant* pada komputer papan tunggal dan sistem x86-64, bertujuan untuk menyediakan sistem operasi yang kuat dan bebas perawatan untuk menjalankan *Home Assistant*. Arsitektur *Home Assistant* dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur Home Assistant

Home Assistant Core terdiri dari empat bagian utama yaitu *event bus*, *state machine*, *service registry* dan *timer*, terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Arsitektur Home Assistant Core

Home Assistant sendiri memiliki beberapa kelebihan:

- Full-control*. Server *Home Assistant* menjamin data-data pengguna, dan tetap aktif walaupun koneksi Internet terputus.
- Software-structurs*. Software *Home Assistant* terdapat fitur *addons*, *integration*, *sensor*, *trigger*, *condition*, *action*, *template* dan *service*.
- Dashboard*. *Dashboard* home assistant dapat dimodifikasi sesuai kebutuhan. Selain itu, aplikasi web portal dan *mobile application home assistant* juga cukup mudah untuk digunakan.
- Extensible*. *Home Assistant* bersifat *open source* dimana banyak fitur integrasi baru yang dapat dikembangkan.



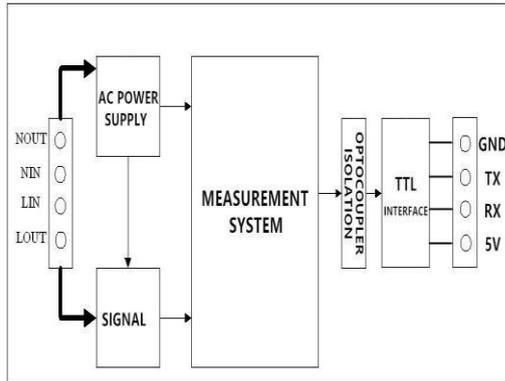
Gambar 3. Skematis Home Assistant

2.2. Modul PZEM-004T

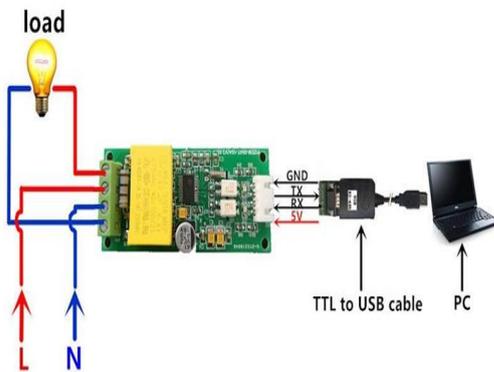
Modul sensor PZEM-004T adalah sebuah modul elektronik yang berfungsi untuk mengukur tegangan, arus, daya, frekuensi, energi dan *power factor* serta dapat dihubungkan melalui nodemcu atau *platform open source* lainnya (Ibrahim & Yulianti, 2022). Modul sensor PZEM-004T bekerja pada tegangan 80-260 VAC, daya 22.000 Watt, Arus 100 A dan frekuensi 45-65 Hz.

Interface TTL dari modul PZEM-004T merupakan interface

pasif dan memerlukan catu daya eksternal sebesar 5V, hal ini berarti ketika berkomunikasi, keempat port pada modul harus terhubung (5V, RX, TX, GND) (Anwar et al., 2019). Blok fungsional dan wiring diagram PZEM-004T 10 Amper terlihat pada gambar 4 dan 5 berikut ini.



Gambar 4. Blok Diagram Fungsional PZEM-004T 10 Amper

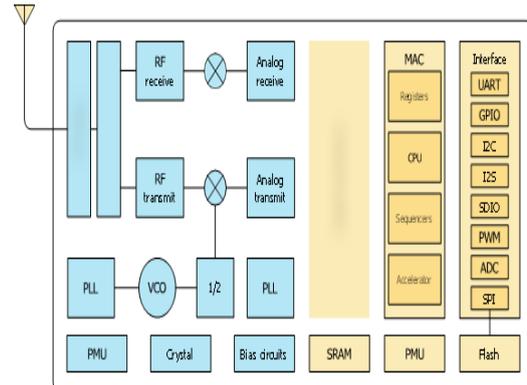


Gambar 5. Wiring Diagram PZEM-004T 10 Ampere

2.3. NodeMCU ESP8266

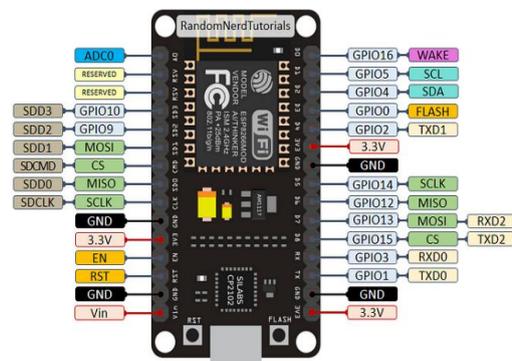
NodeMCU adalah sebuah platform Internet of Things (IoT) yang bersifat *open source*, yang terdiri dari perangkat Sistem On Chip ESP8266 buatan *Espressif System*, dan menggunakan bahasa pemrograman *scripting Lua* (Wijayanti, 2022). Dalam proses pemrograman, Node MCU lebih praktis karena hanya memerlukan ekstensi kabel data USB

dan kabel data *charging smartphone* Android, karena NodeMCU memiliki fitur layaknya mikrokontroler yang ditambahkan dengan kapabilitas akses Wifi dengan chip komunikasi USB to serial. Blok diagram fungsional NodeMCU ESP8266 dapat dilihat pada gambar 6 dibawah ini



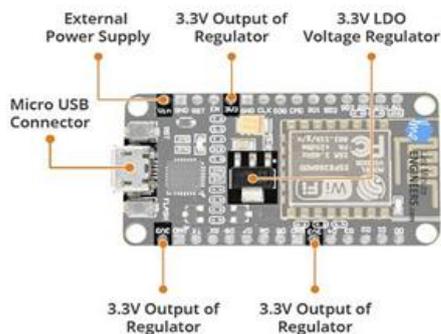
Gambar 6. Blok Diagram Fungsional NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 memiliki tiga mode wifi yaitu *Station*, *Access Point*, dan *Both* (keduanya) dengan kebutuhan daya sekitar 3,3v dan dilengkapi dengan prosesor, memori dan GPIO sehingga modul ini bisa berdiri sendiri tanpa menggunakan mikrokontroler apapun karena sudah memiliki perlengkapan layaknya mikrokontroler. Pin I/O pada NodeMCU ESP8266 dapat dilihat pada gambar 7 berikut ini.



Gambar 7. Alamat Pin Mikrokontroler Unit NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 dilengkapi dengan pengatur tegangan LDO untuk menjaga tegangan tetap stabil pada 3,3V, dikarenakan rentang operasi tegangan ESP8266 adalah 3V – 3,6V. Arus kerja NodeMCU ESP8266 hingga 600mA dan ini lebih dari cukup karena selama transmisi RF hanya membutuhkan arus 80mA.



Gambar 8. Input/output supply tegangan

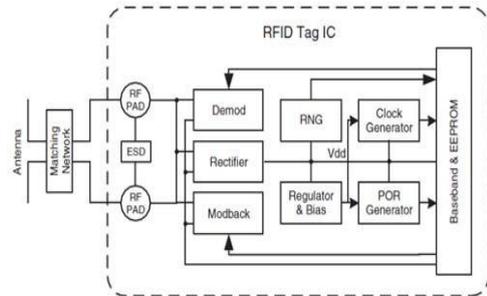
2.4. Radio Frequency Identification (RFID)

Teknologi RFID merupakan bentuk komunikasi nirkabel yang menggabungkan penggunaan elektromagnetik di bagian frekuensi radio dari spektrum elektromagnetik untuk mengidentifikasi objek. secara unik. RFID bekerja menggunakan transmisi frekuensi radio 125 kHz, 13.46 MHz atau 800-900 MHz (Bahtiyar, 2019). Beberapa aplikasi RFID adalah untuk menyimpan serial number yang menunjukkan identitas seseorang atau suatu benda, pada sebuah mikrochip yang disertakan antena (chip dan antena adalah RFID transponder atau sebuah tag RFID). Sistem RFID umumnya terdiri dari dua bagian, yaitu:

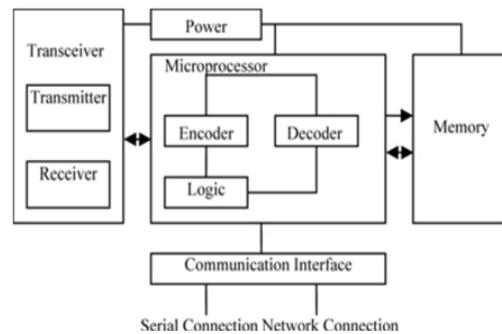
- a. Transponders (yang akan diberi label)
- b. Readers (biasa dikenal sebagai sensor RFID), yang digunakan untuk membaca identitas dari

transponders.

Blok diagram tag RFID dan RFID Reader dapat dilihat pada gambar 9 dan 10 berikut ini:



Gambar 9. Blok Diagram Tag RFID



Gambar 9. RFID Reader

Tag RFID terdiri dari 64 bit data yang terprogram pada memori EPROM dan dikirim ke reader pada saat tags dan reader memancarkan gelombang elektromagnetik pada suatu range yang sama.

Berdasarkan frekuensi kerja, RFID tergolong menjadi tiga, pita frekuensi yaitu *low frequency* (LF), *high-frequency* (HF), dan *ultra-high frequency* (UHF), seperti pada table 1 berikut ini:

Tabel 1. Tabel Frekuensi RFID

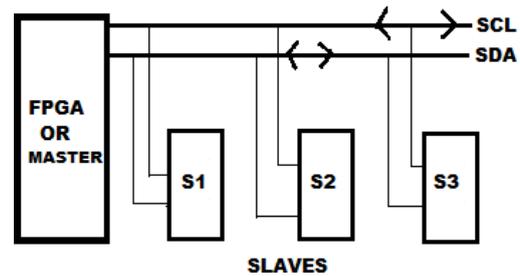
Code	Frequency	Range	RFID use
LF	Low Frequency	30kHz to 300 kHz	125kHz
HF	High Frequency	3 MHz to 30 MHz	13,56 MHz
VHF	Very high frequency	30 MHz to 300 MHz	Not used for RFID
UHF	Ultra High Frequency	300 MHz to 3 GHz	868 MHz, 915 MHz

Sementara klasifikasi berdasarkan kemampuan untuk mengirim sinyal dapat dibedakan menjadi sistem RFID aktif, FRID semi aktif dan sistem RFID pasif.

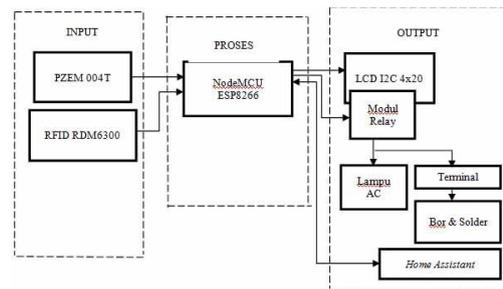
2.5. Modul I2C

I2C atau *Inter Intergrated Circuit* merupakan komunikasi serial yang digunakan untuk meminimalkan desain elektronik karena memiliki mode komunikasi Multimaster dan Multislave, sehingga memudahkan perancangan ang berbasis *Internet of Things* (IoT) (Budi, 2021). Modul I2C digunakan untuk saling berkomunikasi dengan perangkat *low-speed* lainnya yang diaplikasikan pada *motherboard*, *embedded system*, atau *cellphone*.

I2C menggunakan sinyal dari SCL (*Serial Clock*) dan SDL (*Serial Data*) yang digunakan untuk transfer data antara *master* dan *slave* (Kumari & Gayathri, 2017). Master adalah piranti yang memulai transfer data pada I2C Bus dengan membentuk sinyal *Start*, mengakhiri transfer data dengan membentuk sinyal *Stop*, dan membangkitkan sinyal *clock*. *Slave* adalah piranti yang dialamati master. Sistem master dan slave dapat terlihat pada gambar 10 berikut ini (Mankar et al., 2014).



Gambar 10. Sistem Master dan Slave Pada I2C



Gambar 11. Blok Diagram Sistem Alat

Modul PZEM 004T dan modul RFID RDM6300 merupakan *input* pada sistem alat, dimana saat alat aktif, RFID RDM6300 menjadi akses sistem alat guna mengaktifkan daya dari sumber PLN yang akan digunakan dan PZEM 004T akan membaca beban yang terpakai dan akan diproses oleh NodeMCU ESP8266.

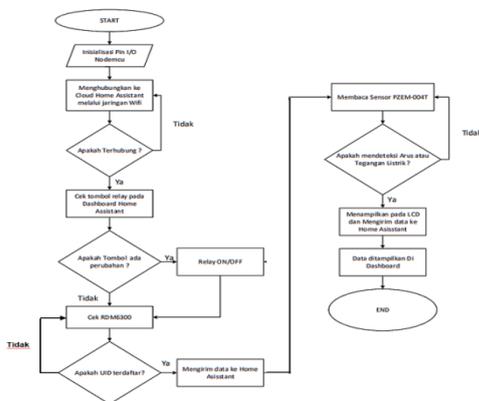
Slave device dapat diidentifikasi dengan 7 bit adress yang unik sehingga dapat mengidentifikasi sensor apa yang terhubung. Dengan adanya metode komunikasi I2C diharapkan dapat memudahkan perancangan *Internet Of Things* (IoT).

3. Metode

Perancangan sistem monitoring terdiri atas perancangan *hardware* dan *software*. Perancangan *hardware* seperti pada gambar 11 yang menjelaskan mengenai blok diagram rancangan alat dan perancangan *software* seperti pada gambar 12 yang menjelaskan diagram alir program

rancangan alat.

LD akan menampilkan jumlah daya yang digunakan, relay akan otomatis *cut off* tegangan saat beban ang digunakan mencapai batas maksimum yang disetting pada alat. Home assistant akan menampilkan data secara realtime setiap penggunaan daya dan dapat diakses melalui smartphone maupun PC.

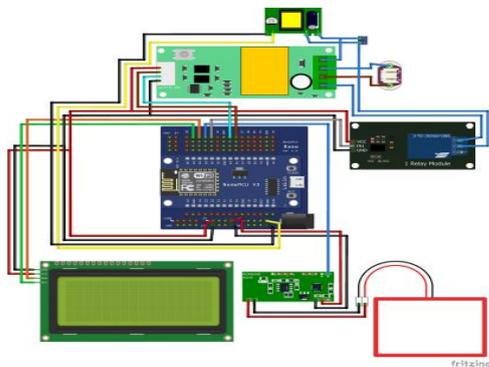


Gambar 12. Flowchart Sistem Kerja Alat

4. Hasil Dan Pembahasan

4.1. Rancangan Alat

Pada tahap ini dibuat sebuah modul skematik sistem alat menggunakan *software* Fritzing. Komponen yang digunakan dibuat saling terhubung sesuai dengan kebutuhan *Input* pada alat. Berikut perancangan skematik Kunci Akses dan Monitoring Daya Lab



Gambar 13. Skematik Alat

4.2. Pemrograman

Pemrograman dilakauna mulai dari inisialisasi awal, koneksi wifi ke jaringan, modul PZEM-004T, RFID sebagai kunci akses.

a. Inisialisasi awal

```
esphome:
  name: pzem-004t
  friendly_name: PZEM 004T
```

```
esp8266:
  board: nodemcu2
```

```
# Enable logging
logger:
```

```
# Enable Home Assistant API
```

```
api:
  encryption:
    key:
      "t54Hvzh010bLsvQHdsuNWKongQijRo
      +fIGlcNuIzbNw="
```

```
ota:
  password:
    "917e5f8d4b16e891045c248be8d0f1bd"
```

b. Connecting Wifi

```
wifi:
  networks:
    - ssid: !secret wifi_ssid
      password: !secret wifi_password
    - ssid: !secret wifi_ssid_2
      password: !secret wifi_password_2
```

```
# Enable fallback hotspot (captive
portal) in case wifi connection fails
ap:
  ssid: "Pzem-004T Fallback Hotspot"
  password: "E3C6G8VjAbIZ"
```

```
captive_portal:
```

```
# Example configuration entry
```

```
uart:
  - id: uart_1
    rx_pin: D3
```

```

tx_pin: D4
baud_rate: 9600

- id : uart_2
rx_pin: GPIO13
baud_rate: 9600

modbus:
- uart_id : uart_1
sensor:
- platform: pzemac
current:
name: "PZEM-004T V3 Current"
id : arus
voltage:
name: "PZEM-004T V3 Voltage"
id : tegangan
energy:
name: "PZEM-004T V3 Energy"
id : energi
power:
name: "PZEM-004T V3 Power"
id : power
frequency:
name: "PZEM-004T V3 Frequency"
power_factor:
name: "PZEM-004T V3 Power
Factor"
id : pf
update_interval: 2s

# Example configuration entry
i2c:
sda: D2
scl: D1
scan : false
display:
- platform: lcd_pcf8574
dimensions: 20x4
address: 0x27
lambda: |-
it.printf("Arus: %.3f A",
id(arus).state);
it.printf(0, 1, "Tegangan: %.1f V",
id(tegangan).state);
it.printf(0, 2, "Power: %.1f P",
id(power).state);
it.printf(0, 3, "Pf: %.2f", id(pf).state);

```

c. RFID RDM6300

```
rdm6300:
```

```

- uart_id : uart_2

binary_sensor:
- platform: rdm6300
uid: 6555171
name: "RDM6300 NFC Tag"

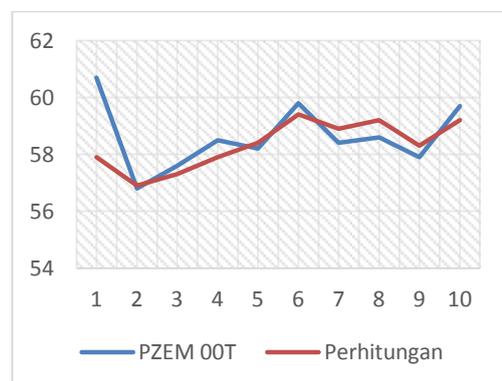
filters:
- delayed_off: 200ms

on_click:
min_length: 1ms
max_length: 5000ms
then:
- switch.toggle: terminal

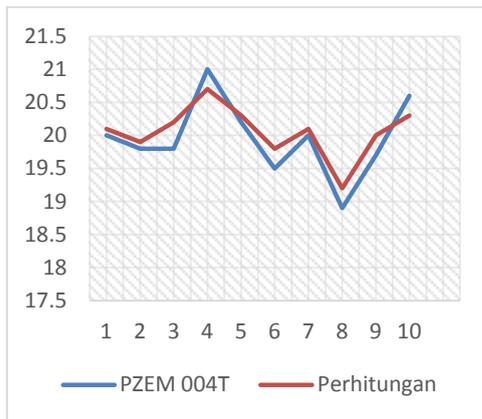
```

4.3. Pengujian Modul PZEM 004T

Pada pengujian ini, Modul PZEM-004T yang digunakan sebagai pendeteksi daya akan diuji untuk melihat *output* atau hasil keluaran dari daya yang dibaca. Pada pengujian ini digunakan 2 beban berbeda yaitu bor dan solder dengan beban ini akan tersambung dengan sistem alat. Perbedaan antara keluaran yang dihasilkan oleh rancangan alat melalui PZEM dengan hasil perhitungan. Terdapat selisih 0,6 watt atau 0,9% untuk pengujian menggunakan bor dan 0,2 watt atau 1,0% untuk pengujian menggunakan solder.



Gambar 13. Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran Penggunaan Daya Pada Bor Menggunakan PZEM-004T Dan Berdasarkan Hasil Perhitungan.



Gambar 14. Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran Penggunaan Daya Pada Solder Menggunakan PZEM-004T Dan Berdasarkan Hasil Perhitungan

4.4. Pengujian RFID

Pengujian RFID Tag dilakukan melalui 2 tahap pengujian, yaitu jarak pembacaan kartu pada RFID Tag serta delay waktu pembacaan untuk mengetahui hasil delay waktu pembacaan dan pengujian maksimum jarak baca dari kartu pada RFID Tag. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 2 dan tabel 3.

Tabel 2. Pengujian Jarak Pembacaan RFID

NO	Jarak Pengukuran	Keterangan
1	0 cm	Terbaca
2	1 cm	Terbaca
3	1,5 cm	Terbaca
4	2 cm	Terbaca
5	2,5 cm	Terbaca
6	3 cm	Terbaca
7	3,5 cm	Terbaca
8	4 cm	Terbaca
9	4,5 cm	Terbaca
10	5 cm	Terbaca
11	5,5 cm	Terbaca
12	6 cm	Tidak Terbaca
13	6,5 cm	Tidak Terbaca
14	7 cm	Tidak Terbaca
15	7,5 cm	Tidak Terbaca
16	8 cm	Tidak Terbaca

Tabel 3. Pengujian Delay Waktu Pembacaan RFID

No	Percobaan	Status	Waktu
1	Percobaan 1	Terbaca	3 detik
2	Percobaan 2	Terbaca	2 detik
3	Percobaan 3	Terbaca	2 detik
4	Percobaan 4	Terbaca	3 detik
5	Percobaan 5	Terbaca	3 detik
6	Percobaan 6	Terbaca	2 detik
7	Percobaan 7	Terbaca	2 detik
8	Percobaan 8	Terbaca	3 detik
9	Percobaan 9	Terbaca	4 detik
10	Percobaan 10	Terbaca	2 detik
Rata-rata			2,6 detik

Berdasarkan data pengujian diatas, RFID Tag dapat membaca maksimum dengan jarak 5,5 cm sesuai dengan data yang tercantum pada *datasheet*, sedangkan delay waktu pembacaan dengan rata-rata 2,6 detik.

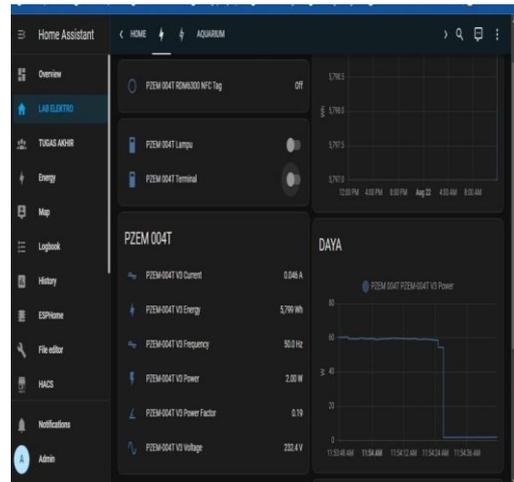
4.5. Tampilan Home Assistant

Home Assistant ini memiliki beberapa *widget* dan tampilan data yang akan dihasilkan adalah data watt, *power factor*, tegangan serta arus.

Berdasarkan data pengujian, dapat dilihat hasil beban terbaca yang digunakan mulai dari arus, tegangan, faktor daya, dan daya. Status pada modul relay menunjukkan status aliran listrik yang digunakan. Pada perancangan alat ini, batas penggunaan yang diaplikasikan yaitu sebesar 250 watt, jika melebihi batas penggunaan maka secara otomatis modul relay akan meng-*cut off* aliran listrik yang mengalir. Hasil pengujian dapat dilihat pada table 4 berikut.

Tabel 4. Pengujian Keseluruhan Alat

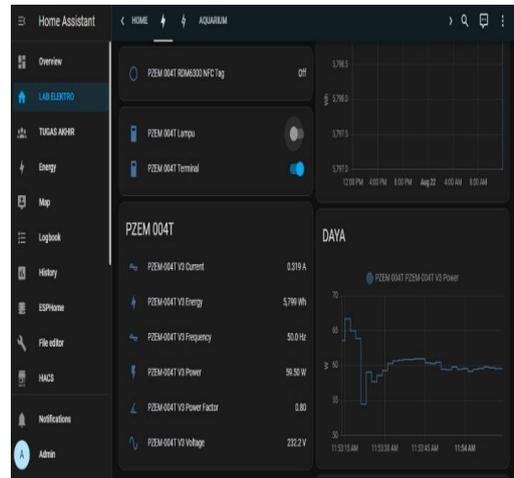
NO	Daya (Watt)	Arus (Ampere)	Tegangan (Volt)	Faktor Daya	Status Relay
1	328,6	1,432	235,8	0,97	Cut off
2	57,9	0,335	237,2	0,76	Run On
3	57,1	0,315	232,5	0,78	Run On
4	56,9	0,297	223,1	0,86	Run On
5	56,9	0,321	236,4	0,75	Run On
6	278,0	1,445	231,8	0,83	Cut Off
7	264,3	1,357	229,2	0,85	Cut Off
8	53,2	0,291	231,5	0,79	Run On
9	54,2	0,319	232,8	0,73	Run On
10	88,1	0,470	228,8	0,82	Run On



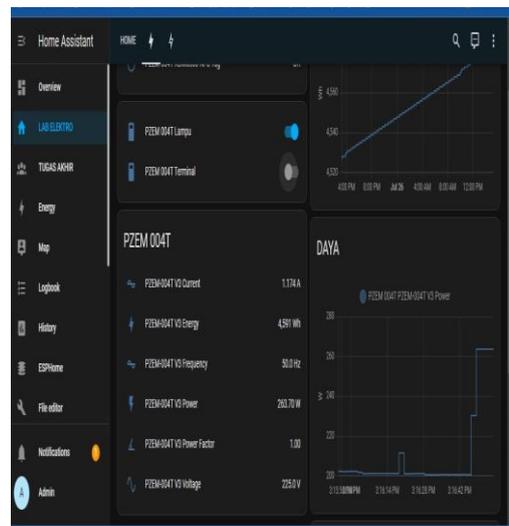
Gambar 15. Tampilan Awal Database Home Assistant (Stand By)

Sistem *cut-off* yang diaplikasikan menggunakan modul relay juga ditampilkan pada *dashboard Home Assistant*. Dimana yang ditampilkan merupakan grafik penggunaan daya beserta dengan nilai daya yang digunakan. Berikut tampilan *dashboard Home Assistant* yang digunakan berupa sistem *cut-off* pada modul relay.

Home Assistant yang digunakan merupakan lokal server sebagai *database* pada sistem alat. *Home Assistant* ini memiliki beberapa widget dan tampilan data yang dihasilkan seperti data watt, *power factor*, tegangan serta arus. Berikut adalah tampilan database *Home Assistant* saat menampilkan secara real time hasil pengujian pada sistem alat seperti pada gambar 15, gambar 16 dan gambar 17 berikut.



Gambar 16. Tampilan Data Pengukuran Beban



Gambar 16. Tampilan Data Pada Kondisi Cut Off

5. Kesimpulan

Aplikasi monitoring pemakaian daya telah berhasil dirancang dan dibangun sampai dengan tahap prototype berdasarkan kebutuhan dari sistem monitoring daya listrik di laboratorium Teknik Elektro Unsurva. Sistem dapat bekerja sesuai dengan yang di harapkan dengan error pengukuran $\pm 1\%$. Alat juga dapat

bekerja sesuai dengan batas daya yang di tetapkan pada program yaitu 250 Watt dan cut off jaringan listrik apabila melebihi batas daya yang ditentukan tersebut. Tampilan Home Assistant dapat memberikan data pemakaian secara *realtime* sesuai dengan aktivitas pemakaian daya di ruang Laboratorium.

Daftar Pustaka

- Anwar, S., Artono, T., Nasrul, N., Dasrul, D., & Fadli, A. (2019). Pengukuran Energi Listrik Berbasis PZEM-004T. *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 3(1), 272.
- Bahtiyar, S. (2019). Perancangan Sistem Kendali Kehadiran Siswa Dengan Rfid Dan Node Mcu Esp8266. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 9(1).
- Budi, A. S. (2021). Pengenalan Perangkat Dan Sensor Secara Otomatis Menggunakan Metode Scanning Pada Komunikasi I2c. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 5(2), 523–527.
- Gustini, N., & Wulandari, W. (2020). Manajemen Laboratorium Sains Untuk Meningkatkan Mutu Pembelajaran. *Jurnal Isema: Islamic Educational Management*, 5(2), 231–244.
- Ibrahim, R. R., & Yulianti, B. (2022). Rancang Bangun Monitoring Pemakaian Arus Listrik Pln Berbasis Iot. *Jurnal Teknologi Industri*, 11(2).
- Kumari, R. S. S., & Gayathri, C. (2017). Interfacing of MEMS motion sensor with FPGA using I2C protocol. *2017 International Conference on Innovations in Information, Embedded and Communication Systems (ICIIECS)*, 1–5.
- Mankar, J., Darode, C., Trivedi, K., Kanoje, M., & Shahare, P. (2014). Review of I2C protocol. *International Journal of Research in Advent Technology*, 2(1).
- Octavianto, A. K., Karnoto, K., & Handoko, S. (2013). Analisis Perbaikan Drop Voltage Dengan Penggantian Kabel Penampang Dan Evaluasi Koordinasi Ocr-Recloser Studi Kasus Pada Penyulang Kalisari 1 Dan 2 Gi Kalisari–Semarang. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 2(3), 826–833.

Saputra, S. A. (2019). Rancang Bangun Rumah Pintar Dengan Platform Home Assistant Berbasis Raspberry Pi 3. *EVOLUSI: Jurnal Sains Dan Manajemen*, 7(2).

Wijayanti, M. (2022). Prototype Smart Home Dengan Nodemcu Esp8266 BerbasisIot. *Jurnal Ilmiah Teknik*, 1(2), 101–107.