



Modifikasi Pencatatan Energi Meter Dengan Sistem *Monitoring Web Base Berbasis IOT di EVE Workshop*

Auziqna Fadli Rosihunnuha^{1*}, Fatahula², Hendra Prastiyawan³

¹Program Studi D3 Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

²Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

³PT Solusi Bangun Indonesia Tbk Pabrik Cilacap, Jl. Ir. H. Juanda, Padaramai, Karangtalun, Cilacap Utara, Cilacap 53224

*Corresponding author E-mail address: auziqua.fadlirosihunnuha.tm20@mhs.w.pnj.ac.id

Abstrak

EVE (Enterprise based Vocational Education) Program merupakan bentuk kerjasama antara PT Solusi Bangun Indonesia Tbk. dengan Politeknik Negeri Jakarta yang bergerak dalam program pendidikan vokasi jurusan Teknik Mesin program studi Konsentrasi Rekayasa Industri. Dalam menjalankan operasionalnya, tentu saja EVE Program membutuhkan resources berupa energi listrik untuk keberlangsungan kegiatan di EVE Workshop. Penggunaan energi listrik harus dilaporkan kepada perusahaan dalam rangka mendukung program Tax Deduction serta sebagai langkah awal untuk melakukan penghematan energy. Tentunya diperlukan kWh meter untuk dapat menghitung jumlah penggunaan energi listrik di EVE Workshop. kWh meter yang digunakan di EVE Workshop adalah Schneider iEM33255 dapat terkoneksi dan berkomunikasi secara Modbus melalui Serial RS485. Maka dari itu diperlukan sebuah sistem monitoring kWh meter yang dibuat dengan mengambil data yang dibaca oleh kWh Meter iEM3255 dan menyimpannya didalam cloud database. Selain itu, sistem monitoring juga perlu dibuat berbasis Internet of Things (IoT) melalui platform grafana agar dapat diakses melalui tampilan antarmuka tanpa harus mendatangi langsung kWh meter. Dengan demikian, didapatkan sistem monitoring yang lebih efisien daripada sistem sebelumnya.

Kata-kata kunci: Kwh Meter, Sistem Monitoring, Sistem Pencatatan, Internet of Things (IoT), Modbus.

Abstract

The EVE (Enterprise based Vocational Education) Program is a form of collaboration between PT Solusi Bangun Indonesia Tbk. with the Jakarta State Polytechnic which is engaged in a vocational education program majoring in Mechanical Engineering, the Industrial Engineering Concentration study program. In carrying out its operations, of course the EVE Program requires resources in the form of electrical energy for the continuation of activities at the EVE Workshop. The use of electrical energy must be reported to the company in order to support the Tax Deduction program and as a first step to save energy. Of course, a kWh meter is needed to be able to calculate the amount of electricity used in the EVE Workshop. The kWh meter used in the EVE Workshop is a Schneider iEM33255 that can be connected and communicates in Modbus via Serial RS485. Therefore a kWh meter monitoring system is needed which is made by taking the data read by the kWh Meter iEM3255 and storing it in a cloud database. In addition, a monitoring system also needs to be made based on the Internet of Things (IoT) through the grafana platform so that it can be accessed via an interface without having to go directly to the kWh meter. Thus, a more efficient monitoring system is obtained than the previous system.

Keywords : Kwh Meter, Sistem Monitoring, Sistem Pencatatan, Internet of Things (IoT), Modbus

1. PENDAHULUAN

Dalam operasional EVE *Workshop* Cilacap, dibutuhkan energi listrik untuk menunjang kegiatan administrasi di kantor EVE *Workshop* dan *Classroom*, serta untuk mengoperasikan semua alat baik *handtool* hingga mesin besar seperti mesin bubut, mesin frais dan mesin las. Pengoperasian alat ini adalah untuk menunjang kegiatan praktik di EVE *Workshop*. Oleh karena itu, diperlukan sistem monitoring kwh meter yang baik agar dapat memantau kondisi aktual konsumsi daya dan variabel lainnya pada kwh meter.

Sistem monitoring yang sudah terpasang adalah menggunakan sensor tambahan PZEM-004T, pemasangan sensor ini dikarenakan kwh meter yang terpasang adalah tipe *Schneider iEM 3110* untuk tegangan 380 *Volt*, dimana kwh meter ini belum bisa melakukan komunikasi modbus sehingga diperlukan sensor tambahan yang dilengkapi dengan *CT (Current Transformer)* untuk membaca arus, tegangan dan daya yang nantinya data pembacaan melalui *CT* ini akan di proses oleh mikrokontroler untuk dimonitoring secara online melalui metode *internet of things (IoT)* [1].

Namun penggunaan sensor PZEM-004T ini tidak cocok untuk tegangan 380 *volt* karena pada dasarnya sensor ini untuk tegangan 220 *volt* [3]. Hal ini menyebabkan pembacaan tegangan, daya dan arus hanya dapat dibaca masing-masing line 220 *volt* bukan terbaca 380 *volt*. Selain itu, sistem monitoring ini hanya bisa memantau secara *realtime*. Jika koneksi internet terputus, maka data yang ditampilkan pada dashboard akan hilang atau reset, sehingga kita tidak dapat melihat perilaku parameter yang dibaca (tegangan, arus, daya, dll) karena tidak adanya data log. Sistem monitoring yang sudah terpasang ini hanya dapat diakses oleh perangkat yang memiliki jaringan yang sama dengan mikrokontroler, serta tidak dapat diakses selain di lokasi EVE *Workshop* Pabrik Cilacap.

Oleh karena itu diperlukan modifikasi pada aspek yang disebutkan diatas, agar sistem monitoring yang baru dapat digunakan dengan baik sehingga *user* dapat memonitoring penggunaan daya ataupun variabel pada *KWH meter* lainnya di manapun, kapanpun, dan dengan perangkat apapun. Kemudian *user* juga dapat menganalisa penggunaan daya, tegangan, arus yang digunakan selama periode tertentu supaya dapat dijadikan laporan serta *action* penghematan energi.

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Modifikasi sistem monitoring lama ke monitoring baru
2. Meningkatkan efektivitas dan akurasi pencatatan dan monitoring penggunaan energi listrik melalui *KWH Meter* di EVE *Workshop* melalui monitoring web base dan berbasis IoT (*Internet of Things*).

2. METODE

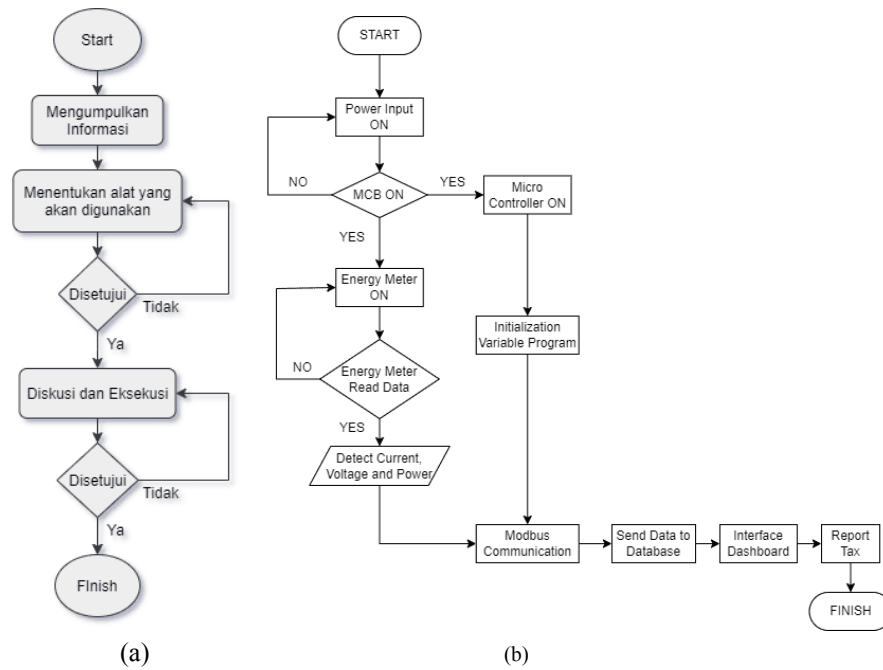
Metode pelaksanaan modifikasi dari sistem ini adalah sebagai berikut :

2.1 Deskripsi Umum Sistem

Untuk menunjang pelaksanaan modifikasi dapat berjalan dengan baik maka pengumpulan informasi perlu dilakukan. Informasi yang dibutuhkan adalah dengan menentukan latar belakang masalah yang akan dihadapi menggunakan metode *root cause analysis (RCA)*, membuat diagram alir sistem serta menentukan tujuan pengerjaan modifikasi. Tujuan utama dari modifikasi ini untuk menyempurnakan sistem monitoring yang sudah ada supaya sistem dapat berjalan dengan lebih efisien sehingga diperlukan informasi mengenai bagaimana sistem monitoring lama bekerja dan informasi untuk melakukan modifikasi supaya hal-hal yang perlu dimodifikasi dapat tepat sasaran dan sistem monitoring yang baru dapat berjalan dengan baik.

Sebagai penunjang modifikasi ini, akan dibuat sebuah sistem monitoring berbasis *internet of things (IoT)*, dimana data parameter seperti tegangan, arus dan daya akan diupload ke *database hosting* dan ditampilkan melalui dashboard sehingga dapat diakses oleh siapapun dan dimanapun. Informasi yang dibutuhkan diantaranya tentang pemrograman mikrokontroler melalui *Arduino IDE*, *hosting database*, *dashboard monitoring*, *wiring diagram*, dan susunan perangkat yang akan dirakit.

Supaya pelaksanaan modifikasi sistem monitoring kwh meter 3 fasa dapat dilakukan dengan baik maka diperlukan alur pengerjaan penelitian sebagai berikut :



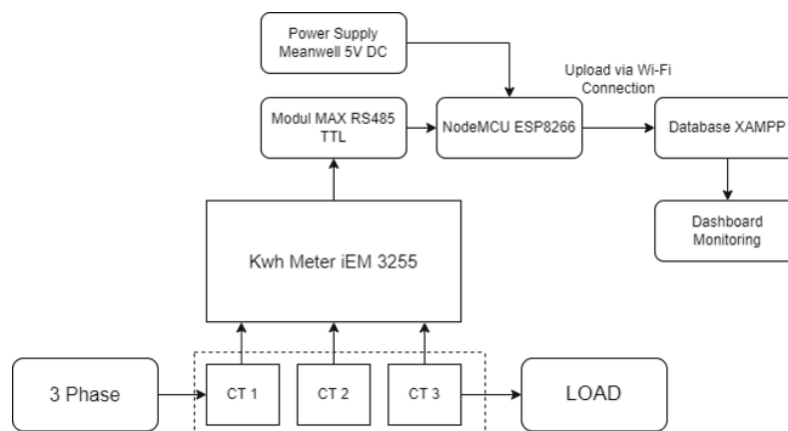
Gambar 1. Diagram alir pengerjaan modifikasi tertera pada gambar (a). Pada gambar (b) adalah diagram alir sistem monitoring baru

Pada gambar1, (a) merupakan tata cara pengerjaan modifikasi sistem monitoring kwh meter sedangkan (b) merupakan diagram alir umum sistem yang menjelaskan alur kerja sistem yang akan dimodifikasi secara general.

2.2 Perancangan

Dalam melakukan modifikasi sistem monitoring *Kwh Meter* yang baru, diperlukan perencanaan untuk menentukan alat dan perangkat yang akan digunakan untuk menyempurnakan sistem yang lama. Oleh karena itu, diperlukan analisa sistem yang lama untuk menentukan sistem baru apa yang perlu diterapkan.

Pada sistem monitoring yang lama, tersusun dari beberapa perangkat diantaranya kwh meter iEM 3110, sensor *PZEM-004T*, *Current Transformer (CT)* dan *mikrokontroler* menggunakan *ESP32 Dev*. Dikarenakan pada sistem lama ini terjadi perbedaan pembacaan nilai parameter pada kwh meter dan perangkat mikrokontroler, maka kwh meter iEM 3110 diganti ke tipe iEM 3255 dimana tipe ini dapat melakukan komunikasi *modbus* sehingga data yang dibaca merupakan data aktual dari pembacaan Kwh Meter.

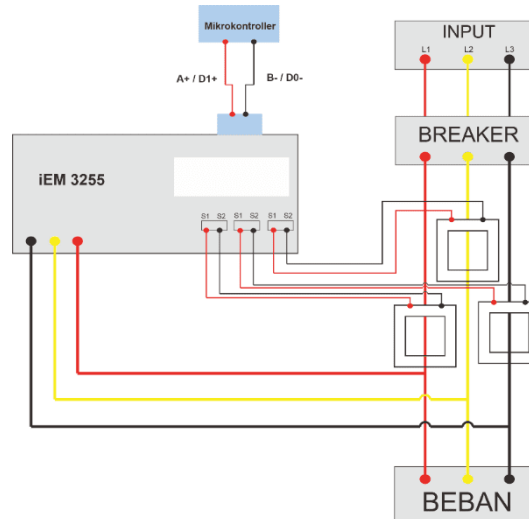


Gambar 2. Diagram Blok Sistem Kerja Alat

Setelah memutuskan untuk melakukan penggantian kwh meter ke iEM 3255 maka diperlukan *perangkat* pendukung seperti modul RS485 to TTL MAX sebagai penghubung komunikasi antara kwh meter dengan mikrokontroller. Jenis mikrokontroller yang digunakan adalah *NodeMCU ESP8266 Wifi*.

2.3 Diskusi dan Eksekusi

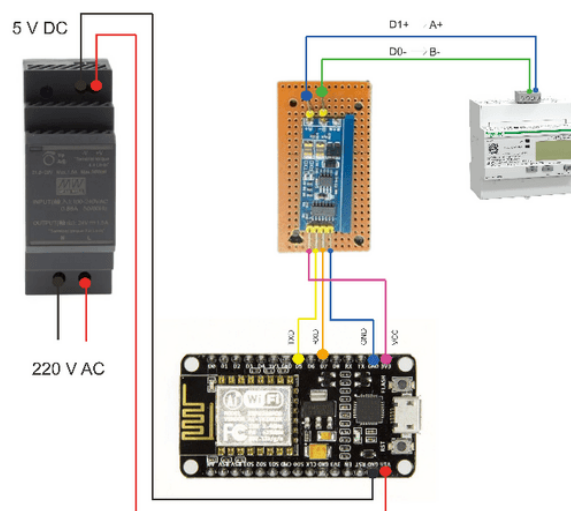
Setelah melakukan diskusi dan menggali informasi terkait modifikasi sistem monitoring yang baru, maka langkah selanjutnya adalah merakit komponen modifikasi. Hal yang pertama adalah melakukan penggantian kwh meter iEM 3110 ke iEM 3255 *Modbus*.



Gambar 3. Wiring Diagram Kwh Meter iEM 3255

Kwh Meter menggunakan input dari *Current Transformer (CT)* untuk mengkalkulasi penggunaan daya, terdapat 3 buah *current transformer* pada masing-masing line. Kemudian untuk input tegangan ke kwh meter dilakukan jumper pada line utama yang menuju beban.

Setelah melakukan penggantian Kwh Meter, dilanjutkan dengan pemasangan *access point* yang berfungsi sebagai pemasok internet untuk sistem sehingga sistem dapat bekerja secara terus menerus tidak mengandalkan internet dari *user*.



Gambar 4. Rangkaian Mikrokontroller

Gambar diatas merupakan *wiring* instalation *mikrokontroller*, Perakitan dimulai dengan menyolder modul RS485 pada board PCB. Kemudian setelah modul RS485 selesai dirakit, dilanjutkan merakit board ESP8266.

Setelah paket mikrokontroller selesai dirakit, kemudian pasang power supply meanwell DC 5 volt. Kemudian sambungkan input tegangan AC pada port L dan N, lalu keluaran power supply yaitu port V+ dan V- dikoneksikan ke pin Vin dan GND pada board ESP8266. Untuk koneksi modul RS485 dengan board mikrokontroller dihubungkan dengan kabel jumper dengan formasi pin A+ terhubung ke pin D1+ pada Kwh meter, pin B- terhubung ke pin D0- pada Kwh meter.

Setelah selesai merakit rangkaian mikrokontroller dilanjutkan dengan pembuatan program. Program ini memuat protokol modbus communication dimana ada komunikasi serial yaitu master dan slave [4]. Dalam hal ini, mikrokontroller ESP8266 bertindak sebagai master dan Kwh Meter iEM 3255 sebagai slave. Alamat slave yang bisa digunakan berada pada rentang 1 – 247 , yang artinya kita bisa menambahkan Kwh Meter iEM 3255 secara paralel sebagai slave maksimal 247 buah.

Mikrokontroller ESP8266 harus dikoneksikan ke modul MAX485 to TTL sebagai jembatan komunikasi antara Kwh Meter dengan ESP8266. Di dalam program, perlu disesuaikan perintah pada pin RX dan TX pada ESP8266 mengingat pin RX dan TX pada board tidak bisa digunakan secara langsung, jadi harus mencari pin pengganti seperti D7 atau D5. Pada modul RS485, pin RXD dan TXD dipasang ke pin D7 dan D5.

Dalam pemrograman board ESP8266, diperlukan perintah untuk koneksi ke internet yaitu dengan cara memasukan SSID dan Password Wi-Fi yang akan digunakan. Untuk membaca data dari Kwh Meter diperlukan declare jenis data apa yang akan dibaca seperti Float32, Uint8, Uint16, Datetime maupun yang lainnya. Declare ini harus ditulis pada awal program baca, karena untuk menunjukkan jenis data apa yang dibaca kemudian dilanjutkan memasukan coding baca register modbus dari data yang akan dibaca dan diambil.

Tabel 1. Meter Data List

Address	Register	Action (R/W/WC)	Size	Type	Units	Description
Current						
0x0BB7	3000	R	2	Float32	A	I1: phase 1 current
0x0BB9	3002	R	2	Float32	A	I2: phase 2 current
0x0BBB	3004	R	2	Float32	A	I3: phase 3 current
0x0BC1	3010	R	2	Float32	A	Current Avg
Voltage						
0x0BCB	3020	R	2	Float32	V	Voltage L1-L2
0x0BCD	3022	R	2	Float32	V	Voltage L2-L3
0x0BCF	3024	R	2	Float32	V	Voltage L3-L1
0x0BD1	3026	R	2	Float32	V	Voltage L-L Avg
0x0BD3	3028	R	2	Float32	V	Voltage L1-N
0x0BD5	3030	R	2	Float32	V	Voltage L2-N
0x0BD7	3032	R	2	Float32	V	Voltage L3-N
0x0BDB	3036	R	2	Float32	V	Voltage L-N Avg
Power						
0x0BED	3054	R	2	Float32	kW	Active Power Phase 1
0x0BEF	3056	R	2	Float32	kW	Active Power Phase 2
0x0BF1	3058	R	2	Float32	kW	Active Power Phase 3
0x0BF3	3060	R	2	Float32	kW	Total Active Power
0x0BFB	3068	R	2	Float32	kVAR	Total Reactive Power NOTE: Not applicable for iEM3150 / iEM3250 / iEM3350
0x0C03	3076	R	2	Float32	kVA	Total Apparent Power NOTE: Not applicable for iEM3150 / iEM3250 / iEM3350
Power Factor						
0x0C0B	3084	R	2	Float32	---	Total Power Factor: -1 < PF < 0 = Quad 2, active power negative, capacitive -2 < PF < -1 = Quad 3, active power negative, inductive 0 < PF < 1 = Quad 1, active power positive, inductive 1 < PF < 2 = Quad 4, active power positive, capacitive
Frequency						
0x0C25	3110	R	2	Float32	Hz	Frequency

Tabel diatas merupakan Meter Data List yang merupakan alamat dari masing-masing parameter yang akan dibaca. Dalam pemrograman sistem pembacaan, nomor register wajib dicantumkan dalam coding. Jika ingin membaca (current) dengan register awal 3000, maka nilai register harus dikurangi 1

sehingga menjadi 2999, ini artinya mikrokontroller akan meminta pembacaan yang dimulai dari register 2999. Jika ingin membaca baris berikutnya dapat disesuaikan dengan kolom size, pada (current) size ditulis 2 jika hanya ingin membaca 1 parameter, jika ingin membaca semua parameter (current) maka size ditulis 8 agar pembacaan berjalan kontinu pada baris berikutnya.

Tabel 2. Tabel Function List

Settings	Possible values
Baud rate	9600 Baud 19200 Baud 38400 Baud
Parity	Odd Even None NOTE: Number of stop bits = 1
Address	1 – 247

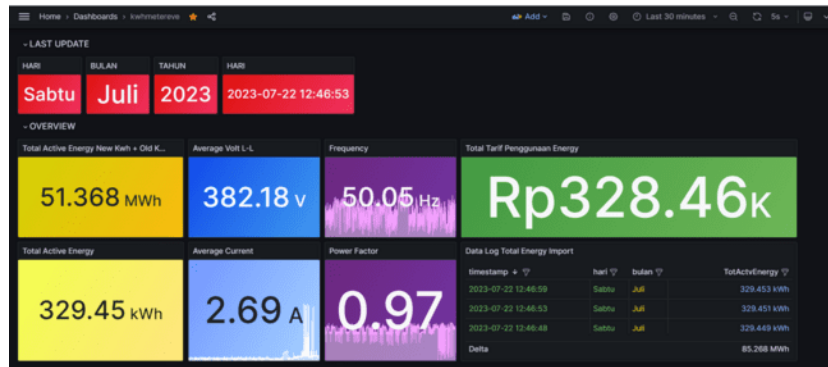
Pada tabel diatas, terdapat 3 kolom yaitu baud rate, parity dan address. Baud rate merupakan kecepatan transmisi data. Parity merupakan metode pengecekan integritas data yang dibaca. Address merupakan alamat Kwh Meter iEM 3255 pada nomor berapa atau bisa dikatakan address ini merupakan slave address. Agar pembacaan berhasil perlu disesuaikan diantaranya baud rate menggunakan kecepatan 9600 baud, parity diposisikan pada none, dan adress pada posisi 1.

Setelah pemrograman pembacaan data selesai, dilanjutkan untuk program upload data ke *database*. Untuk upload data ke database diperlukan koneksi antara Arduino IDE dengan database MySQL. Untuk menghubungkan, digunakan aplikasi Visual Studio Code. Aplikasi ini memuat coding dengan format .php. Dalam pemrogramannya, perlu penyesuaian variabel yang ditulis seperti waktu dan data apa yang akan dikirim ke database. Berikan perintah “INSERT TO” agar data dimasukkan ke database, sesuaikan nama database dan tabel pada MySQL. Kemudian, nyatakan dengan “VALUES” sebagai perintah untuk variabel data yang akan masuk ke database.



Gambar 5. Hasil akhir perakitan alat

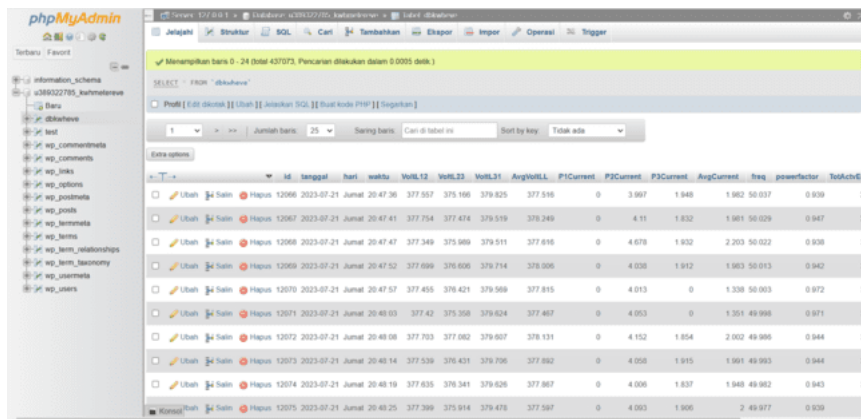
Kemudian setelah alat sudah terpasang, maka dilanjutkan untuk pembuatan *dashboard* agar data yang sudah disimpan pada *database* dapat divisualisasikan dan dapat dibaca dengan mudah oleh *user*. Dalam dashboard monitoring ini menggunakan *Grafana Dashboard*, yang dapat menampilkan data yang diambil dari Kwh Meter iEM3255 diantaranya voltage, current, frequency, power factor, total energy used dan lain sebagainya. Dalam dashboard tersebut dapat pula ditambahkan variabel tambahan seperti total biaya yang sudah dihabiskan sesuai dengan jumlah kwh yang berjalan



Gambar 6. Dashboard Monitoring Grafana

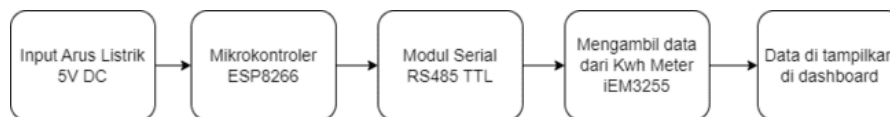
2.4 Uji Coba dan Evaluasi

Tahap uji coba dalam pelaksanaan modifikasi sistem monitoring baru ini cukup penting guna mengetahui seberapa baik kinerja dari alat yang dikerjakan. Tahapan uji coba ini meliputi pemeriksaan rangkaian dari setiap komponen yang dipasang, pengujian pembacaan data melalui *modbus*, dan pengujian pengiriman data ke *cloud database*.



Gambar 7. Cloud Database MySQL

Sistem monitoring ini memiliki prinsip kerja yaitu *Kwh Meter iEM 3255* membaca data diantaranya arus, tegangan, total daya, frekuensi, dan lain sebagainya. Data ini disimpan dalam *Kwh Meter* dan dapat dibaca dan diambil melalui komunikasi *modbus*. Mikrokontroler *NodeMCU ESP8266* bertugas untuk membaca dan mengambil data dan mengirimnya menuju *database* sesuai dengan program yang dijalankan. Dalam pembacaannya, mikrokontroler ini dijumpai oleh modul *MAX RS485 TTL* untuk melakukan komunikasi *modbus*. Data yang sudah disimpan didalam *database* akan divisualisasikan menggunakan *dashboard monitoring Grafana* supaya dapat dibaca oleh user dengan mudah.

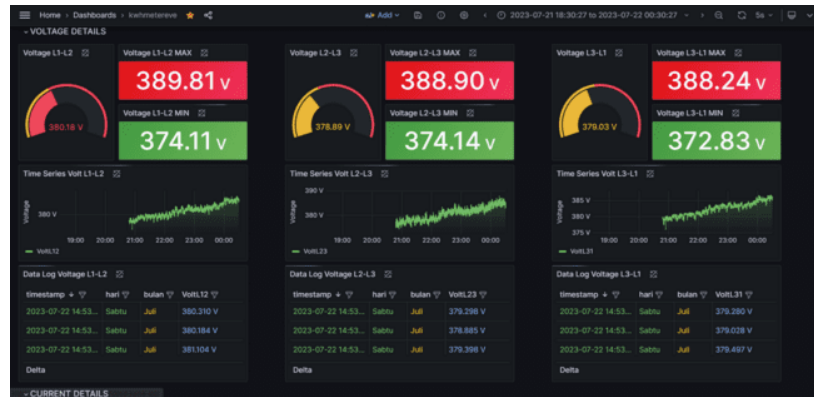


Gambar 8. Diagram Umum Sistem Monitoring

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

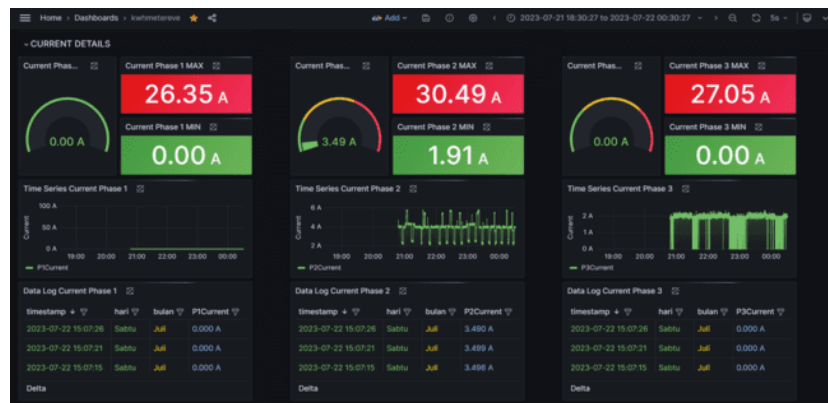
3.1. Hasil Pembacaan pada Sistem Monitoring

Setelah selesai dilakukan pembuatan sistem monitoring baru, dapat diambil data yang bisa diamati melalui *dashboard monitoring*.



Gambar 9. Dashboard Monitoring Voltage Group

Pada gambar diatas, masing-masing line dapat terdeteksi besar tegangannya secara realtime, kemudian terdapat indikasi maksimum dan minimum tegangan yang terjadi selama sistem beroperasi. Jika user ingin melihat histori kapan tegangan puncak terjadi ataupun sebaliknya dapat melihat pada data log dan time series chart dibawah masing-masing realtime bar.

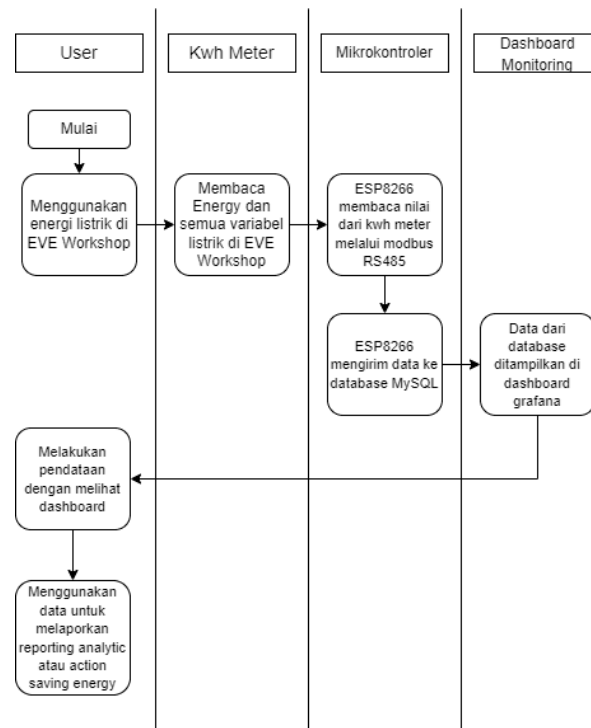


Gambar 10. Dashboard Monitoring Current Group

Pada gambar diatas, masing-masing line dapat terdeteksi besar arusnya secara realtime, kemudian terdapat indikasi maksimum dan minimum arus yang terjadi selama sistem beroperasi. Jika user ingin melihat histori kapan arus puncak terjadi ataupun sebaliknya dapat melihat pada data log dan time series chart dibawah masing-masing realtime bar.

3.2 Interaksi User dengan Sistem

Untuk menunjukkan proses pengiriman pesan antar objek maka dibuatlah sebuah diagram sequence yang berguna untuk menggambarkan secara ringkas hubungan interaksi antar objek dan memudahkan dalam memahaminya.



Gambar 11. Diagram sequence hubungan interaksi antara user dengan sistem

3.3. Perbandingan Sistem

Setelah merancang sistem monitoring baru kWh meter di EVE Workshop, maka selanjutnya perlu mencari tahu apakah sistem pencatatan baru ini sudah lebih efektif dibandingkan sistem pencatatan yang sebelumnya. Untuk mengetahui apakah sistem pencatatan yang baru ini lebih efektif dari sistem yang sebelumnya, maka diperlukan tabel perbandingan antara kedua sistem tersebut. Berikut merupakan tabel perbandingan antara kedua sistem tersebut.

Tabel 3. Tabel Function List

Pembandingan	Sistem Lama	Sistem Baru
Dapat membaca variabel energi listrik.	✓	✓
Pencatatan bisa dilakukan tanpa melihat langsung kWh meter.	✓	✓
Kwh Meter dapat dimonitor secara online	✓	✓
Pencatatan Kwh Meter dapat dilakukan di hari libur	-	✓
Data yang dibaca akurat	-	✓
Memiliki database	-	✓
Monitoring dapat diakses oleh perangkat apapun	-	✓
Memiliki Akses Point	-	✓

4. KESIMPULAN

1. Prosedur sistem monitoring kWh meter di EVE Workshop yang baru yaitu dengan melakukan pengamatan pada dashboard monitoring. Dashboard monitoring dapat dibuka secara online melalui komputer, laptop atau handphone. Sehingga, user tidak perlu melihat langsung kWh

- meter di dalam panel box. Kemudian data yang tertera pada dashboard dapat dicatat untuk dijadikan laporan atau kesimpulan yang menimbulkan aksi untuk penanganan.
2. Sistem monitoring yang baru ini lebih efektif daripada sistem pencatatan yang sebelumnya. Hal ini dikarenakan sudah adanya database yang membuat data yang dibaca oleh ESP8266 dapat disimpan dan sewaktu-waktu internet terputus data tidak hilang. Kemudian sistem ini dapat diakses oleh siapapun, dimanapun dan kapanpun selama user terkoneksi dengan internet, dengan kata lain user dapat membuka dashboard sewaktu-waktu walaupun tidak dilokasi EVE Workshop.
 3. Pada sistem baru ini, sudah terdapat acces point yang telah dipasang oleh departemen IT PT. SBI. Sehingga sistem pembacaan Kwh Meter dapat berjalan dengan lancar tanpa menggunakan tethering dari perangkat pribadi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada *Department* EVE di PT Solusi Bangun Indonesia Tbk. Cilacap yang telah mengijinkan melakukan riset dan modifikasi supaya sistem monitoring kwh meter yang sudah ada dapat ditingkatkan kembali menjadi lebih efisien dan juga dukungan dana untuk menyelesaikan modifikasi sistem monitoring baru kwh meter ini.

REFERENSI

1. *“Energy meters iEM 3100/ iEM 3200/ iEM 3300 series User Manual”*, Schneider Electric, April 2023.
2. *Tosin, Tosin (2020) Perancangan Dan Implementasi Komunikasi Rs-485 Menggunakan Protokol Modbus Rtu Dan Modbus TCP Pada Sistem Pick-By-Light. Diploma thesis, Univesitas Komputer Indonesia.*
3. *Indah Chairunnisa, Wildian Wildian (2022) Rancang Bangun Alat Pemantau Biaya Pemakaian Energi Listrik Menggunakan Sensor PZEM-004T dan Aplikasi Blynk, Universitas Andalas*
4. *Eko Budi Utomo, Nofria Hanafi, Syahrul Ismail (2023) Rancang Bangun Sistem Monitoring kWh-Meter Berbasis Modbus dengan Media Power Line Communication, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya*