

SISTEM IOT UNTUK *MONITORING* PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK DENGAN PROTOKOL MQTT

Zaiyan Ahyadi ¹⁾, Amiennudin ²⁾, Elvan Prasetyo ³⁾
Saifullah ⁴⁾, Imansyah Noor ⁵⁾

z.ahyadi@poliban.ac.id ¹⁾, amnndn7@gmail.com ²⁾, elvanprasetyo28@gmail.com ³⁾,
saifullahel82@gmail.com ⁴⁾, imansyahnoor@poliban.ac.id ⁵⁾

^{1, 2, 3, 4, 5)} Jurusan Teknik Elektro, Prodi D3 Teknik Elektronika,
Politeknik Negeri Banjarmasin

Abstrak

Pengukuran konsumsi energi listrik dilakukan alat yang disebut kWh meter. Ada dua jenis sistem kWh meter, prabayar dan pasca bayar. Untuk jenis kWh meter pasca bayar, monitoring data yang tertera pada kWh meter dilakukan secara manual oleh petugas PLN dari rumah ke rumah setiap bulan. Kendala yang sering terjadi adalah ketika petugas tidak dapat mengakses kWh meter karena pagar terkunci. Penelitian ini mengusulkan sistem monitoring kWh meter secara otomatis dengan yang dibangun berdasarkan *system* IoT (*Internet of Things*). Sistem ini membuat pembacaan stand kWh meter dapat dilakukan dari computer atau smartphone karena telah berbasis web. kWh meter yang digunakan adalah yang mendukung pembacaan data oleh mikrokontroler melalui protokol modbus. Hasil perancangan menunjukkan bahwa sistem mampu memperlihatkan nilai energi listrik, tegangan, dan frekuensi dapat dibaca secara *real time* melalui jaringan internet.

Kata Kunci : *Energi Listrik, IoT, kWh Meter, MQTT*

1. PENDAHULUAN

Monitoring konsumsi energi listrik dicatat oleh alat yang disebut kWh (Kilo Watt hour) meter. Ada dua jenis kWh meter yang digunakan oleh PLN (Perusahaan Listrik Negara) untuk dipasang ditempat konsumen, yaitu kWh meter jenis pra-bayar dan pasca bayar. Untuk kWh meter jenis pra bayar konsumen harus mengisikan nilai jumlah energi listrik yang akan ke dalam alat menggunakan listrik. Hal ini dapat dilakukan dengan memasukkan kode *token* tertentu ke dalam alat. Token didapat kalau konsumen membeli energi listrik pada gerai yang menjual energi listrik.

Untuk kWh meter jenis pasca bayar, konsumen dapat menggunakan energi listrik terlebih dahulu kemudian satu bulan sekali

dapat membayar listrik yang telah digunakan. Pada sistem pasca bayar ini diperlukan pembacaan dan pencatatan nilai konsumsi energi listrik yang telah digunakan oleh petugas. Petugas berkeliling ke rumah-rumah konsumen untuk mencatat nilai (*stand*) angka yang tertera pada kWh meter.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat prototipe sistem monitoring penggunaan energi listrik berbasis IoT, sehingga hasil pengukuran yang terdapat pada kWh meter dapat diakses secara real time dimana saja.

Beberapa penelitian yang terkait penelitian ini telah dilakukan oleh peneliti lain diantaranya adalah [1] yang menerangkan bahwa MQTT dapat dijadikan protokol komunikasi untuk jaringan sensor secara nirkabel. Ini yang mendasari penelitian ini menggunakan MQTT sebagai protokol

komunikasi data pengukur konsumsi energi listrik. Pada penelitian lain [2] monitoring penggunaan daya listrik secara real time melalui protokol MQTT dapat dilakukan pada jaringan berbandwidth rendah.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Studi Literatur

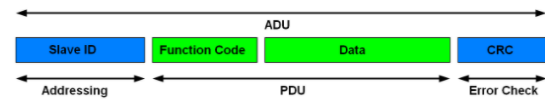
2.1.1 Modbus

Modbus adalah protokol komunikasi data yang telah menjadi standar di dunia industri dan juga peralatan elektronik. Hal ini disebabkan karena protokol ini free dan banyak dikembangkan oleh banyak pihak. Awalnya modbus adalah komunikasi data yang dibuat oleh Scnheider Electric untuk komunikasi data antar PLC. Protokol modbus mempunyai empat object tipe yaitu coil, dicrete input, input register, hodling register.

Protokol modbus bersifat master-slave atau client-server. Dimana master atau client akan mengirimkan request data ke slave atau server, dan akan mendapatkan respon dari data yang diminta. Modbus telah berkembang sehingga menjadi beberapa varian, dimana tiga varian dasar adalah RTU, ASCII, dan TCP/IP.

Modbus RTU, digunakan pada komunikasi serial dan menggunakan datanya direpresentasikan secara biner. Modbus ini. yang paling umum digunakan. Modbus ASCII, hampir sama dengan mdobus RTU namun datanya dalam format ASCII (karakter). Modbus TCP/IP, adalah modbus yang berjalan pada komunikasi internet TCP/IP. Data yang digunakan dalam bentuk format karakter dan tidak memerlukan *checksum (CRC)* untuk mendeteksi kesalahan, karena sudah disediakan oleh protokol TCP/IP.

Protokol modbus bersifat *request* dan *response*, dimana data akan dikirimkan server hanya jika ada permintaan dari client. Protokol modbus yang digunakan adalah protokol modbus RTU yang mempunyai format data sebagai berikut



Gambar 1. Format perintah modbus RTU

ADU (Application Data Unit) adalah data (request) keseluruhan yang harus dikirimkan dari master ke slave. ADU terdiri dari *address* ditambah dengan PDU (Protokol data unit) serta CRC (Cyclic Redundancy Check). Protokol Data Unit terdiri dari *function code* dan data. Function code adalah perintah modbus dari master ke slave, dimana perintah dasar modbus seperti yang tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Function code standard modbus

Function Code	Action	Table Name
01 (01 hex)	Read	Discrete Output Coils
05 (05 hex)	Write single	Discrete Output Coil
15 (0F hex)	Write multiple	Discrete Output Coils
02 (02 hex)	Read	Discrete Input Contacts
04 (04 hex)	Read	Analog Input Registers
03 (03 hex)	Read	Analog Output Holding Registers
06 (06 hex)	Write single	Analog Output Holding Register
16 (10 hex)	Write multiple	Analog Output Holding Registers

2.1.2 MQTT

(Message Queuing Telemetry Transport) dimana protokol ini telah menjadi standar komunikasi untuk IoT. Pada komunikasi data client-server, server akan memberikan data bila hanya ada permintaan dari client. Sedangkan pada komunikasi data dengan protokol MQTT tidak ada istilah server-client, melainkan Publisher dan Subscriber.

Publisher adalah peralatan yang mengirimkan data, sedangkan Subscriber adalah alat yang menerima data. Sebagai

perantara adalah Broker, yaitu program yang menjembatani komunikasi antar Publisher dan Subscriber. Data (message) akan dikirim secara kontinyu setiap detik selama ada jalur komunikasi antara Publisher dan Subscriber.

Sebelum mengirimkan data harus ditentukan yang dinamakan “topic”. Ini untuk membuat komunikasi antara suatu Publisher dan Subscriber unik terhadap yang lainnya. Komunikasi ini dapat dilakukan dua arah dengan membuat dua topic, dimana publisher atas suatu topic dapat menjadi subscriber jika digunakan topic lainnya.

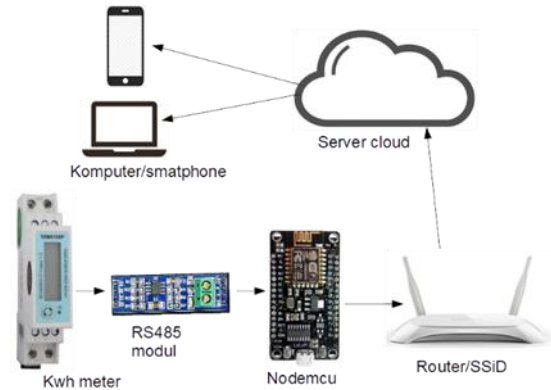
2.1.3 NodeMCU

Salah satu komponen penting dalam IoT adalah esp-8266 yang merupakan modul jaringan wifi yang telah dilengkapi mikrokontroler. Hampir semua IoT sekarang ini menggunakan modul esp 8266. Nodemcu adalah modul esp-8266 yang terintegrasi dengan mikrokontroler tambahan sehingga mempunyai Port dan kemampuan yang lebih. Untuk memprogram nodemcu dapat menggunakan IDE Arduino dengan memilih board ESP8266 pada menu board manager.

2.2 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode pembuatan prototipe alat. Protipe akan diujicoba secara bertahap untuk memverifikasi bahwa bagian tersebut bekerja dengan baik, untuk selanjutnya sehingga keseluruhan sistem diujicoba. Rancangan sistem pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2.

KWh meter adalah alat pencatat konsumsi energi listrik. KWh meter yang dipakai adalah yang mendukung komunikasi dengan mikrokontroler (nodemcu esp 8266) dengan protokol Modbus. Jalur koneksi yang digunakan menggunakan sambungan serial RS485, sehingga diperlukan modul interface RS485 ke RS232 nodemcu



Gambar 2. Rancangan sistem

Data yang didapat nodemcu dari KWh meter akan diteruskan ke sever yang berada pada cloud internet dengan protokol MQTT. Data diserver akan ditampilkan pada website sehingga dapat diakses oleh komputer atau smartphone dengan mengakses web tersebut.

2.2.1 Komunikasi KWH meter dengan nodemcu

Komunikasi data antara KWh meter dengan mikrokontroler (nodemcu) adalah komunikasi serial RS485 dengan protokol modbus. Untuk itu KWh meter yang digunakan adalah yang mendukung komunikasi modbus. Protokol modbus yang dipakai disini adalah RTU modbus.

Data yang dikirim dari KWh meter berupa tegangan, arus, frekuensi, daya listrik dan energi listrik. Pengiriman data dilakukan secara real time. Nodemcu menerima data untuk selanjutnya akan dikirimkan secara wireless ke router atau hotspot yang terkoneksi jaringan internet.

Pada KWh meter yang digunakan pada penelitian ini nilai input register ditunjukkan oleh tabel 2 berikut.

Tabel 2 Parameter Input Register KWH meter

Alamat register	Parameter input Register	
	Parameter	Lebar (byte)
30001	Voltage	4
30007	current	4
30013	Active Power	4
30019	Apparent Power	4
30025	Reactive Power	4
30071	Power Factor	4
30073	Frequency	4
30075	Inport Active energy	4
30077	Inpoer reactive energy	4
30079	Export Reactive energy	4

2.2.2 Tugas nodemcu

Program pada nodemcu melakukan tiga tugas:

- Menerima data dari KWh meter dengan menggunakan protokol modbus
- Mengirim data ke cloud internet (website) dengan menggunakan protokol MQTT
- Melakukan sinkronisasi waktu dengan menggunakan NTP (Network Time Protokol)

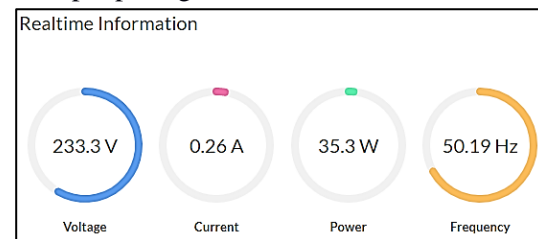
Data yang diterima nodemcu melalui protokol modbus di decode menjadi data pengukuran dalam bentuk bilangan. Selanjutnya nodemcu mengirimkan data ini ke server cloud internet menggunakan protokol MQTT. Untuk pengiriman data ini nodemcu berlaku sebagai publisher dan yang berlaku sebagai subscriber adalah server yang terdapat pada cloud internet. Pada penelitian ini Broker yang digunakan adalah yang tersedia free yaitu mosquito.org.

Pengiriman data dengan protokol MQTT ini berlangsung terus menerus selama ada jalur komunikasi antara Publisher dan Subscriber yaitu komunikasi melalui jalur internet. Format data yang dikirim dengan protokol MQTT adalah karakter. Data yang dikirim mempunyai format waktu, tegangan, arus, power, frekuensi, daya dan energi listrik.

2.2.3 Server dan Website

Server yang digunakan adalah server cloud yang ada di internet. Server berbasis linux dan program untuk terus menjalankan protokol MQTT dan berlaku sebagai subscriber untuk menerima data dari nodemcu. Data berupa tegangan (V), arus (A), energi (W) dan frekuensi (Hz) yang diterima server kemudian disimpan ke dalam database (menggunakan mysql). Selain itu data waktu (time stamp) yang didapat dari NTP ikut dikirimkan.

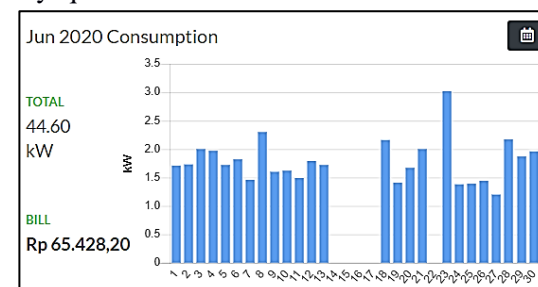
Untuk memperlihatkan data hasil pengukuran KWh meter dirancang tampilan website untuk dapat memberikan informasi realtime untuk tegangan (V), arus (A), energi (W) dan frekuensi (Hz). Rancangan halaman web yang dibuat menampilkan seperti yang terdapat pada gambar 3



Gambar 3. Hasil pengukuran real time

Laman Web juga menampilkan *histori* selama satu bulan penuh dalam bentuk grafik. Untuk ini diperlihatkan satu contoh bentuk tampilan grafik energi yang terukur (gambar 4). Selain itu grafik yang sama juga terdapat pada laman web untuk tegangan, arus dan frekuensi, daya listrik dan energi listrik.

Agar data dapat tersimpan dalam database maka website dilengkapi dengan database mysql.



Gambar 4. Histori pengukuran

2.2.4 Keamanan

Protokol MQTT tidak tertutup dari gangguan (hack), untuk itu berbagai metode untuk keamanan telah dilakukan seperti membuat algoritma keamanan [3]. Dalam penelitian ini belum membuat keamanan secara mendalam, karena masih dalam tahap implementasi sistem. Yang dapat dilakukan untuk menjamin keamanan sistem adalah dengan membuat publisher (nodemcu) harus login terlebih dahulu. Ini untuk melindungi komunikasi dari gangguan publisher lain.

Untuk menjamin keamanan web maka dibuat akun bertingkat terdiri dari administrator dan user. administrator mempunyai kemampuan untuk dapat menambahkan peralatan baru yang akan ditampilkan hasil pengukurannya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Modbus

Pengujian dilakukan secara bertahap untuk memverifikasi bahwa sistem yang dibangun berjalan dengan benar. Pengujian pertama adalah untuk memverifikasi program modbus pada nodemcu dapat mengirimkan request dan menerima hasil yang benar dari KWh meter. Untuk itu dilakukan ujicoba kirim request function code 04 ke KWh meter.

1	4	00 06 02	91 CA
---	---	----------	-------

Gambar 5. Request (Function Code 04)

Keterangan

- 01 : Alamat slave
- 04 : Function Code untuk membaca nilai Input Register
- 00 06 : Alamat register data yang diminita (0006 hex = 6 jadi 0x6 + 0x30001 = 0x30007)
- 02 : Jumlah register yang dibaca (0x30007-0x30008, karena setiap register mampu menyimpan 16 bit dan data arus memiliki panjang data 32bit)
- 91 CA : CRC

Response yang didapat yaitu

1	4	04 3E 3A 5E 35	2E 16
---	---	----------------	-------

Gambar 6. Respon (function code 4)

Keterangan

- 01 : Alamat slave
- 04 : Function Code untuk membaca nilai Input Register
- 04 : Jumlah data dalam byte (1 register = 2 byte jadi jika membaca 2 register jumlah datanya 4 byte)
- 3E 3A 5E 35 : Data dalam bentuk byte
- 2E 16 : CRC

Program untuk melakukan ujicoba modbus adalah sebagai berikut

```
#include <SoftwareSerial.h>
#define TIME_OUT 250
SoftwareSerial sSerial(D4,D0);
const int RS485_EN=D3
void setup() {
    Serial.begin(115200);
    sSerial.begin(9600);
    pinMode(RS485_EN,OUTPUT);
    digitalWrite(RS485_EN,LOW);
    delay(100);
}
byte
cmd_current[]={0x01,0x04,0x00,0x06,0x00,0x02,0x91,0xCA};
void loop() {
    float current=
    getValue(1,cmd_current);
    Serial.print(current);
    Serial.println(" A");
    delay(1000);
    Serial.println()
}
```

Pada kode program di program baris

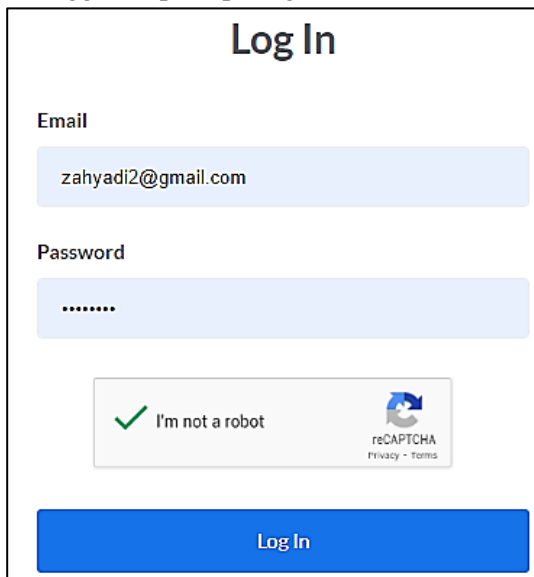
```
cmd_current[]={0x01,0x04,0x00,0x06,0x00,0x02,0x91,0xCA};
```

merupakan pesan request yang akan dikirim oleh mikrokontroler ke kWh-meter untuk mendapatkan nilai arus yang berada di Input Register alamat 0x30007. Fungsi getValue

adalah fungsi yang menjalankan transaksi data dengan protokol modbus (yang tidak dituliskan di sini), dimana pada fungsi tersebut terdapat instruksi yang berfungsi untuk mengirimkan pesan request ke kWh-meter dan instruksi yang berfungsi untuk membaca pesan balasan dari kWh-meter.

3.2 Ujicoba Sistem

Sistem keseluruhan dapat dilihat dengan membuka laman <https://iot.minud.id/>, sehingga tampil seperti gambar 5.



Gambar 5. Laman login web sistem

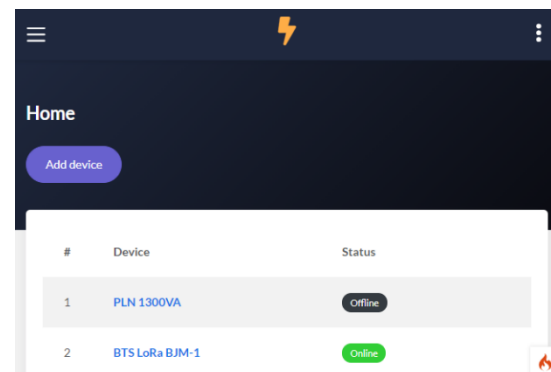
Laman ini digunakan untuk keamanan sehingga yang mampu mengakses informasi hanyalah yang punya otoritas admin dan user dan telah mendaftar akun. Ketika masuk dengan user admin maka akan muncul tampilan seperti gambar 6. Yang membedakan akun admin dan user adalah pada tombol add device, dimana admin dapat mendaftarkan kWh meter baru, sedangkan akun user tidak terdapat tombol tersebut.

Gambar 6 memperlihatkan ada dua kWh meter yang telah didaftarkan pada laman web ini. Yang dapat menambahkan dan menghapus list kWh meter ini hanyalah yang mempunyai akun administrator. Sedangkan user hanya dapat melihat hasil pengukuran.

Pada gambar juga terlihat bahwa satu buah kWh meter pada kondisi offline dan satunya

pada kondisi online. Kondisi ini dapat dideteksi karena server mengirimkan kata "PING" menggunakan protokol MQTT ke nodemcu. Pada proses ini server berlaku sebagai publisher sedangkan nodemcu berlaku sebagai subscriber. Proses ini dilakukan setiap kali halaman web dimuat ulang. Ketika mendapat request "PING" nodemcu akan merespon dengan mengirimkan kata "PONG". Server akan menyatakan online jika mendapatkan respon "PONG" tidak lebih dari dua detik, jika tidak maka akan dinyatakan offline.

Untuk melihat informasi hasil pengukuran, user atau admin dapat mengklik kWh meter yang ada pada list. Sehingga akan tampil gambar hasil pengukuran seperti yang telah ditunjukkan pada gambar 3 dan gambar 4.



Gambar 6. Tampilan laman web untuk admin

4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa protipe sistem yang dibuat untuk monitoring penggunaan energi listrik dapat bekerja dengan baik. Informasi tentang jumlah energi, tegangan, arus, frekuensi dan daya listrik dapat dilihat secara real time pada internet. Komunikasi data modbus antara kWh meter dan nodemcu berjalan dengan baik, demikian juga pengiriman data dari nodemcu ke webserver. Dengan menggunakan sistem ini petugas tidak perlu lagi melakukan pencatatan dari rumah ke rumah pelanggan, cukup dengan membuka website monitoring. Dengan sistem ini maka pembacaan hasil pengukuran kWh meter dapat dilakukan dimana saja dan kapan

saja secara real time. Dengan syarat terdapat jaringan internet disekitar Kwh meter.

Hasil prototipe juga memberikan keamanan dengan membedakan akun admin dengan akun pengguna. Dimana untuk akun admin dapat mendaftarkan KWh meter baru, sedangkan user hanya dapat melihat hasil pengukuran.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] U. Hunkeler, H. L. Truong, A. Stanford, MQTT-S – A Publish/Subscribe Protocol For Wireless Sensor Networks, 2008 3rd International Conference on Communication Systems Software and Middleware and Workshops (COMSWARE '08) , Bangalore, India, 2008
- [2] R.Z. Pratama, H.Nurwarsito, Monitoring Penggunaan Daya Listrik menggunakan Protokol MQTT berbasis Web, Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer e-ISSN: 2548-964X Vol. 3, No. 11, November 2019, hlm. 10820-10826
- [3] A. Bashir and A.H. Mir, Securing Communication in MQTT enabled Internet of Things with Lightweight security protocol, EAI Endorsed Transactions on Internet of Things 3(12), 2018
- [4] Graha, S., Saputra, W. A., & Nugroho, A. S. B. (2019). Rancang Bangun Sistem Informasi UKM Shorinji Kempo Di Politeknik Negeri Banjarmasin. Poros Teknik, 11(2), 94-103.
- [5] Kristanto Andri Perancangan Sistem Informasi dan Aplikasinya [Book]. Yogyakarta : Gava Media. 2003.
- [6] Saputra, W. A., & Widiastuti, E. (2019, December). Sistem Informasi Tanggap Darurat Bencana Kebakaran Hutan Berbasis Web GIS. In Seminar Nasional Riset Terapan (Vol. 4, pp. A58-A69).
- [7] Zhafira, F. A., Zulherman, D., & Pujiharsono, H. (2018). Analisis dan Rancang Bangun Sistem Monitoring Tempat Sampah Berbasis IOT menggunakan Protokol MQTT. In Conference on Electrical Engineering, Telematics, Industrial technology, and Creative Media (CENTIVE) (pp. 302-307).
- [8] Sutiono, M. A. (2016). Rancang bangun smart rice cooker menggunakan protokol komunikasi wi-fi dan protocol pertukaran pesan mqtt (Doctoral dissertation, Universitas Multimedia Nusantara).
- [9] Basuki, C. K., Kartikasari, D. P., & Basuki, A. (2018). Rancang Bangun Pengamatan Ph Air Menggunakan Protokol Mqtt. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer e-ISSN, 2548, 964X.
- [10] Ahyadi, Z., Sarifudin, S., & Maududy, I. (2018). Rancang Bangun Simulator Sistem Kontrol Elevator 3 Lantai. Poros Teknik, 10(2), 82-29.