

SISTEM NOTIFIKASI DAN MONITORING PENGGUNAAN ENERGI PADA KWH METER 1 FASA

¹Alvin Suseno Widjaja, ²Thiang

Program Studi Teknik Elektro Universitas Kristen Petra Surabaya

¹m23416014@john.petra.ac.id, ²thiang@petra.ac.id

At the end of the month, PLN will assign their officers to check the energy usage of their users. However, when the officer checks sometimes the home of the user is empty so checking cannot be done. So that it needs a digital kWh meter that can send data on the user's accumulated energy to the server to be recorded.

The system will be made using two devices, where the first device is a Digital kWh Meter, and the second device is a Server. Digital kWh Meter will read the total usage of electrical energy, send the readings to the server, and display the energy accumulation data. On the server side, it will record the readings to the database, display the accumulated realtime graphs, and send notifications of energy use results at the end of each month via Telegram.

The system that has been created will produce a Digital kWh Meter which has 15% of reading error, and 12 Watt minimum power reading. Server will record the energy accumulation data into the database every second, hour and day, display a realtime graph on the Node - Red dashboard, send 2 notifications via Telegram at the end of the month.

Keywords : kWh Meter, Raspberry Pi, Node – Red, Modbus TCP / IP, WeMos D1 R1, Data Logger, Notification, Telegram

Setiap akhir bulan PLN akan menugaskan petugasnya untuk melakukan pengecekan penggunaan energi penggunaannya. Namun, saat petugas melakukan pengecekan terkadang rumah dari pengguna kosong sehingga pengecekan tidak dapat dilakukan. Sehingga dibutuhkan kWh meter digital yang dapat mengirimkan data akumulasi energi penggunaannya ke server untuk dicatat.

Sistem akan dibuat menggunakan dua perangkat, dimana perangkat pertama adalah kWh Meter Digital, dan perangkat kedua adalah Server. kWh Meter Digital nantinya melakukan pembacaan total penggunaan energi listrik, mengirimkan hasil pembacaan ke server, dan menampilkan data hasil akumulasi energi. Pada sisi server akan mencatat hasil pembacaan ke database, menampilkan grafik realtime hasil akumulasi, dan mengirimkan notifikasi hasil penggunaan energi setiap akhir bulan melalui Telegram.

Sistem yang telah dibuat akan menghasilkan kWh Meter Digital yang memiliki error pembacaan sebesar 15%, dan minimal pembacaan daya sebesar 12 Watt. Server akan melakukan pencatatan data akumulasi energi kedalam database tiap detik, jam, dan hari, menampilkan grafik realtime pada dashboard Node - Red, mengirimkan 2 notifikasi melalui aplikasi Telegram setiap akhir bulan.

Kata Kunci : kWh Meter; Raspberry Pi; Node – Red; Modbus TCP / IP; WeMos D1 R1; Data Logger; Notification; Telegram

I. PENDAHULUAN

kWh Meter merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengukur atau menghitung besar energi yang digunakan oleh konsumen. Energi yang digunakan tersebut dihitung dalam persatuan jam [1]. PLN adalah lembaga yang menangani bidang pengolahan tenaga listrik. kWh meter digunakan oleh PLN untuk menghitung besar pemakaian daya dari konsumen. Terdapat 2 jenis kWh meter yaitu kWh meter analog dan digital [2].

kWh meter analog biasanya memiliki komponen utama yaitu *voltage coil*, *current coil*, *permanent magnet*, piringan, *register*. Selama ini pencatatan meter listrik di rumah-rumah selalu menggunakan petugas PLN yang memantau setiap rumah yang menggunakan listrik. Terkadang apabila rumah yang dikunjungi tersebut kosong atau tidak ada penghuninya maka para petugas ini terpaksa datang kembali di hari-hari selanjutnya hanya untuk mengetahui berapa besar beban yang dipakai pada rumah tersebut[3].

kWh meter analog memiliki prinsip kerja menggunakan metode induksi medan magnet dimana medan magnet tersebut menggerakkan piringan yang terbuat dari aluminium. Kemudian putaran piringan tersebut akan menggerakkan counter digit dan menampilkan jumlah KWHnya. kWh meter analog terdiri dari beberapa komponen utama yakni alat penyetal, kumparan tegangan, magnet pemanen, piringan, terminal, dan beberapa komponen elektronika kecil[4]. Namun, seiring majunya perkembangan teknologi kWh meter yang dulunya berbentuk analog mulai berkembang menjadi kWh meter digital.

kWh meter digital merupakan suatu alat pengukuran yang memiliki fungsi mengukur jumlah pemakaian energi atau Jumlah pemakaian daya dalam satuan waktu dan bekerja berdasarkan program yang dirancang pada mikroprosesor yang terdapat di dalam piranti kWh meter digital[5]. kWh meter analog hanya bisa membaca daya aktif, namun dengan kWh meter digital dapat membaca daya aktif dan reaktif dengan baik[6].

Pada tahun 2001, David Tandrian dari Teknik Elektro Universitas Kristen Petra dengan judul tugas akhir “KWH meter digital berbasis *microcontroller AT89C51*”. Pada tugas

akhir beliau dengan menggunakan *microcontroller* AT89C51 hasil pembacaan terdapat *error* pembacaan sebesar 13,8%[7].

Pada tahun 2006, Heru Suwito dari Teknik Elektro Universitas Kristen Petra dengan judul tugas akhir “Sistem Pembacaan kWh Meter dengan Metode *Bluetooth*”. Pada tugas akhir beliau menggunakan *microcontroller* AT89C2051 dan metode pengiriman melalui *bluetooth*. Dari penelitian ini memiliki kekurangan pada metode pengiriman data dengan *bluetooth* memiliki frekuensi yang rendah sehingga saat terdapat penghalang pengiriman data dapat terganggu[8].

Pada tahun 2019, Jonathan Teng dari Teknik Elektro Universitas Kristen Petra dengan judul penelitian “Sistem Pembacaan Data *Power Meter* dengan Komunikasi Modbus Terpusat”. Pada penelitian beliau menggunakan *power meter*. Sehingga yang membedakan adalah *power meter* tidak sama dengan kWh meter[9].

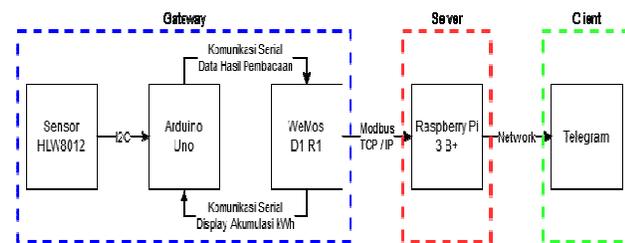
Permasalahan yang diambil pada penelitian ini adalah untuk mempermudah pendataan penggunaan daya dengan *wireless data logger* tiap bulan dari kWh digital ke sebuah *Server* yang dapat diakses oleh PLN, dan sistem pengiriman notifikasi kepada pengguna sehingga pengguna juga dapat mengetahui penggunaan daya tiap bulan.

II. PERENCANAAN SISTEM

Proyek ini berfokus pada pembuatan kWh meter *digital* yang dapat menghitung penggunaan energi lalu saat telah mencapai kurun waktu tertentu data hasil perhitungan dapat ditulis pada *Server* dan pengguna.

A. Desain Sistem

Dapat di lihat pada Gambar 1 adalah diagram sistem secara keseluruhan. Desain sistem terbagi menjadi 3 bagian yaitu *Gateway*, *Server*, dan *Client*. *Gateway* adalah bagian untuk mengambil data energi dari sensor lalu diakumulasi, ditampilkan dan dikirimkan ke *Server*. Pada bagian *Server* akan menerima data akumulasi energi, mencatat data akumulasi ke dalam *database*, dan mengirimkan hasil akumulasi setelah 1 bulan ke *Client* melalui Telegram.



Gambar 1 Desain Sistem Keseluruhan

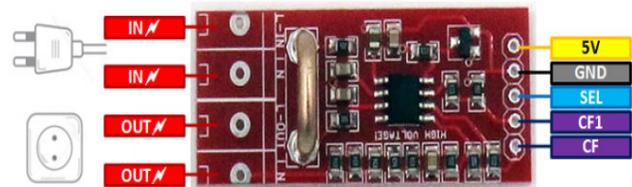
B. Desain Gateway

Desain Gateway terdiri dari 3 bagian. Bagian pertama adalah dimana Sensor HLW8012 yang dihubungkan ke Arduino Uno. Bagian kedua adalah dimana Arduino Uno dan

WeMos D1 R1 yang dihubungkan dengan komunikasi *Serial*. Bagian ketiga adalah Raspberry Pi 3 B+.

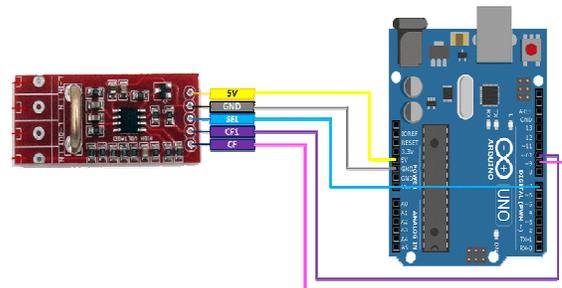
1. Sensor HLW8012 dengan Arduino Uno

Dapat di lihat pada Gambar 2 *Line In* dan *Neutral* pada sumber dihubungkan pada L – *In* dan N, lalu beban akan dihubungkan pada L – *Out* dan N. Pada saat menghubungkan *Line In* dan *Neutral* pada sumber sebaiknya dihubungkan dengan benar, bila terbalik akan merusak perangkat yang terhubung.



Gambar 2 Pinout HLW8012

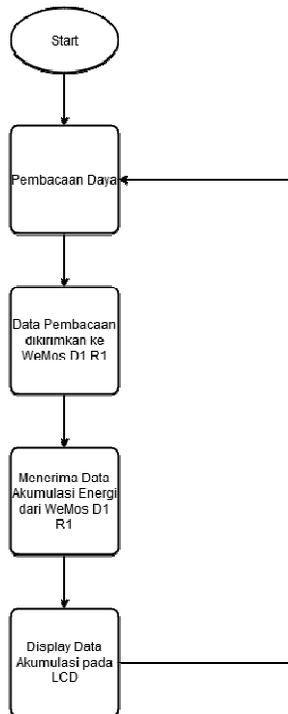
Setelah beban dan sumber telah terhubung dengan benar, selanjutnya dapat di lihat pada Gambar 3 untuk menghubungkan 5 pin pada HLW8012 ke Arduino Uno.



Gambar 3 Koneksi HLW8012 ke Arduino Uno

2. Program pada Arduino Uno

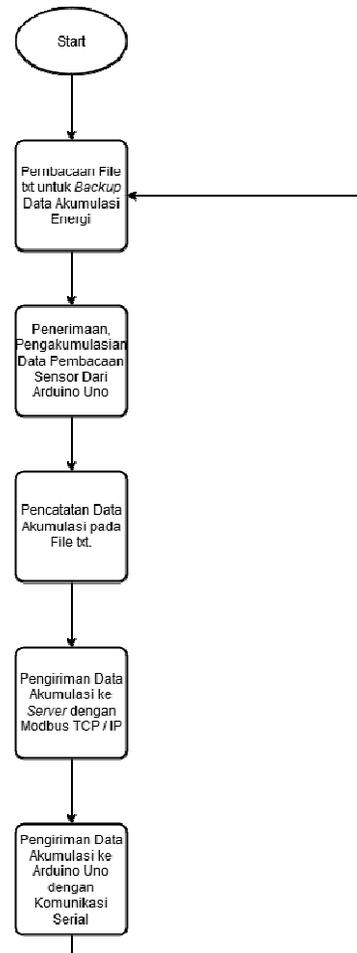
Dapat di lihat pada Gambar 4 adalah *flowchart* program pada Arduino Uno. Dimana setelah Arduino Uno aktif, maka akan melakukan pembacaan daya. Lalu data hasil pembacaan tersebut akan dikirimkan ke WeMos D1 R1 dengan komunikasi *serial*. Selanjutnya Arduino Uno akan menerima data akumulasi energi dari WeMos D1 R1 yang dikirimkan dengan komunikasi *serial*, data tersebut akan ditampilkan pada LCD 16x2, dan sistem akan kembali ke pembacaan daya.



Gambar 4 Flowchart Program pada Arduino Uno

3. Program pada WeMos D1 R1

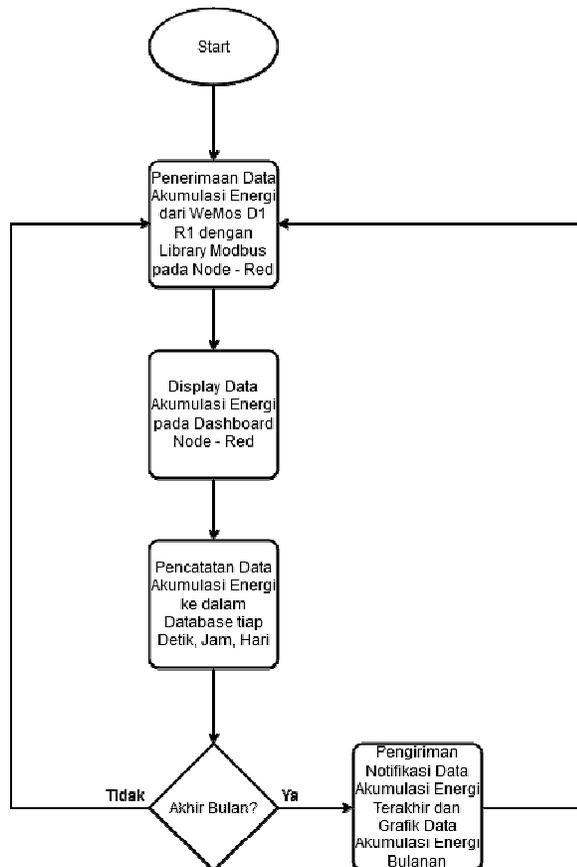
Dapat di lihat pada Gambar 5 adalah *flowchart* program pada WeMos D1 R1. Dimana saat WeMos D1 R1 aktif maka akan melakukan pembacaan data akumulasi pada *file backup txt*, lalu menerima dan mengakumulasi data pembacaan sensor yang dikirimkan oleh Arduino Uno dengan komunikasi *serial*, setelah itu data akumulasi tersebut dikirimkan ke *Server* dengan Modbus TCP / IP, dilanjutkan untuk pengiriman data akumulasi ke Arduino Uno dengan komunikasi *serial*.



Gambar 5 Flowchart Program pada WeMos D1 R1

4. Raspberry Pi 3 B+ (Server)

Dapat di lihat pada Gambar 6 adalah *flowchart* pada Raspberry Pi 3 B+. Dimana Raspberry Pi 3 B+ telah terinstal Node – Red. Pada Node – Red telah terinstal *library* Modbus, Telegram, *Database*. Setelah sistem aktif data akumulasi energi yang dikirimkan oleh WeMos D1 R1 akan diterima pada Node – Red dengan *library* Modbus, lalu data yang diterima tersebut ditampilkan pada *dashboard* Node – Red dalam bentuk grafik *realtime*, setelah itu data akumulasi akan dicatat pada *database* tiap detik, jam, dan hari. Bila telah mencapai akhir bulan maka akan mengirimkan 2 notifikasi pada aplikasi Telegram. Notifikasi pertama dalam bentuk pesan berisi data akumulasi penggunaan energi dan kedua dalam bentuk grafik data akumulasi penggunaan dalam 1 bulan. Bila belum mencapai akhir bulan maka sistem akan kembali menerima data dari WeMos D1 R1.



Gambar 6 Flowchart Program Raspberry Pi 3 B+

III. PENGUJIAN SISTEM

Dilakukan pengujian pada sistem yang meliputi pengujian pembacaan sensor HLW8012, pengujian pengiriman data dari Arduino Uno ke WeMos D1 R1, pengujian pengiriman data dari WeMos D1 R1 ke Raspberry Pi 3 B+, pengujian penulisan data dari Modbus ke Database, dan pengujian pengiriman notifikasi ke Telegram.

A. Pengujian Pembacaan Sensor HLW8012

Pengujian ini bertujuan untuk menguji sensor HLW8012 dapat membaca penggunaan daya dan seberapa presisi hasil pembacaannya.

Pengujian dilakukan dengan metode menggunakan beban yang terpasang adalah sebuah lampu Chiyoda 5 Watt, lampu Baris 3 Watt, lampu Philips 10 Watt, lampu Masko 23 Watt, dan Charger Samsung 15 Watt. Sensor HLW8012 akan dihubungkan dengan Arduino Uno, lalu data hasil pembacaan sensor akan ditampilkan pada *serial monitor* pada Arduino IDE.

Dapat di lihat pada Tabel 1 adalah hasil pembacaan dan perhitungan *error* pada pengujian ini. Angka *error* ini didapat

dengan cara mengurangi hasil pembacaan dengan besaran sesungguhnya lalu dikali dengan 100% dan selanjutnya dari %*error* akan dirata – rata sehingga menghasilkan perkiraan *error* dari sensor HLW8012 sebesar 15% . Selain itu *error* bisa terjadi dikarenakan pin CF HLW8012 ini memiliki nilai keluaran minimal sebesar 12 Watt untuk pulsa 1 Hz[10].

Tabel 1 Hasil Pembacaan dan Perhitungan Error Sensor HLW8012

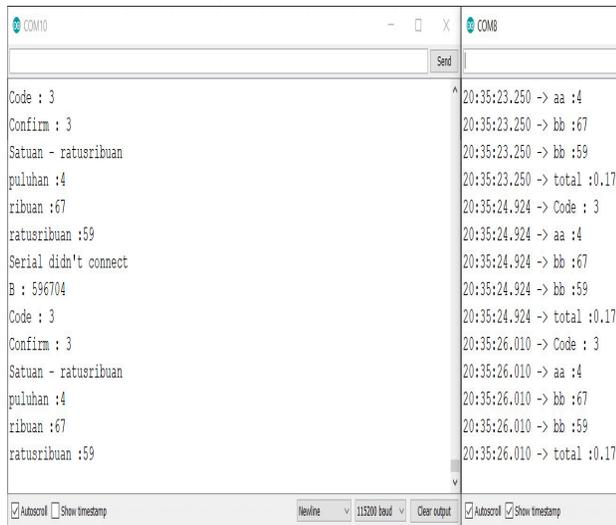
Real	Sensor	%Error
3 Watt	0 Watt	-100%
10 Watt	9,81 Watt	-2%
5 Watt	12,7 Watt	154%
23 Watt	25,98 Watt	13%
15 Watt	16,17 Watt	8%
	Error	15%

B. Pengujian Pengiriman Data dari Arduino Uno ke WeMos D1 R1

Pengujian ini bertujuan untuk menguji komunikasi *serial* antara Arduino Uno dan WeMos D1 R1 untuk saling mengirim data.

Pengujian akan dilakukan dimana data hasil pembacaan sensor HLW8012 dari Arduino Uno akan dikirimkan ke WeMos D1 R1. Lalu Arduino Uno akan menerima data akumulasi dari WeMos D1 R1 dan menampilkan data tersebut pada LCD 16x2.

Dapat di lihat pada Gambar 7 adalah 2 *serial monitor* dari Arduino Uno dan WeMos D1 R1 yang sedang mengirimkan dan menerima data. WeMos D1 R1 mengirimkan *code* 3 yang ke Arduino Uno dan menerima kembali *code* yang sama dari Arduino Uno lalu WeMos D1 R1 mengirimkan data akumulasi energi (596704) ke Arduino Uno dan terima oleh Arduino Uno (596704).



Gambar 7 Serial Monitor Arduino Uno (Kanan) & WeMos D1 R1 (Kiri)

Dapat di lihat pada Gambar 8 adalah hasil pengujian komunikasi *serial* antara Arduino Uno dan WeMos D1 R1 untuk menampilkan data pada LCD 16x2.



Gambar 8 Display Data Akumulasi pada LCD 16x2

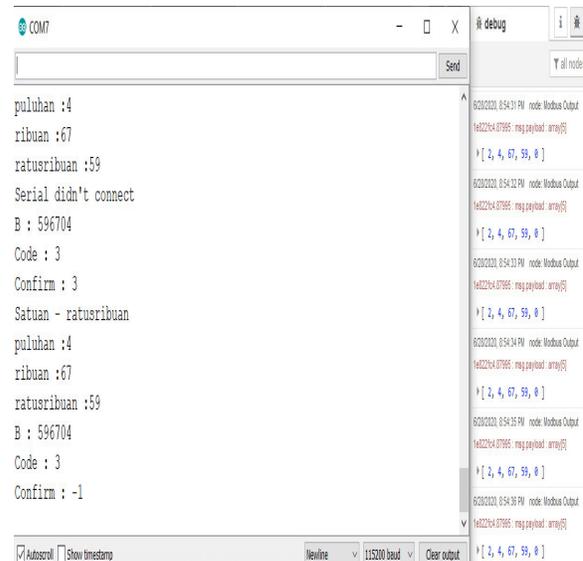
C. Pengujian Pengiriman Data dari WeMos D1 R1 ke Raspberry Pi 3 B+

Pengujian ini bertujuan untuk menguji WeMos D1 R1 mengirimkan data ke Node – Red Raspberry Pi dengan komunikasi Modbus TCP / IP.

Pengujian ini dilakukan dengan mengirimkan data akumulasi energi ke Node – Red pada Raspberry Pi dengan komunikasi Modbus TCP / IP. Dimana WeMos D1 R1 akan mengirimkan 5 data ke *ip address* 192.168.0.103 untuk kWh 1 dan 192.168.0.104 untuk kWh 2. Lalu pada Raspberry Pi 3 B+ data yang diterima berupa *house id*, dan 4 pecahan data akumulasi energi. 4 data pecahan tersebut akan di total untuk mendapatkan data sebenarnya lalu akan dikonversikan ke satuan kWh. Setelah itu data hasil konversi akan ditampilkan pada *dashboard* Node – Red dalam bentuk grafik *realtime*.

Dapat di lihat pada Gambar 9 adalah hasil pengujian pengiriman data dari WeMos D1 R1 ke Raspberry Pi 3 B+.

Dimana pada sisi kanan adalah bagian *debug* dari Node - Red yang menampilkan 5 data yang dikirimkan oleh WeMos D1 R1. Sisi kiri adalah *serial monitor* dari WeMos D1 R1 yang mengirimkan *house id* dan 4 data pecahan dari data akumulasi energi.



Gambar 9 Hasil Pengujian Pengiriman Data dari WeMos D1 R1 ke Raspberry Pi 3 B+

Dapat di lihat pada Gambar 10 adalah tampilan grafik *realtime* pada *dashboard* Node – Red. Pada grafik bagian atas adalah tampilan grafik *realtime* kWh Meter ke 1, dan grafik bagian bawah adalah tampilan grafik *realtime* kWh Meter ke 2. Data yang ditampilkan adalah data yang diterima dari WeMos D1 R1 melalui Modbus.



Gambar 10 Grafik *Realtime* pada *dashboard* Node – Red

D. Pengujian Penulisan Data dari Modbus ke *Database*

Pengujian ini bertujuan untuk menguji data yang diterima dari WeMos D1 R1 melalui Modbus TCP / IP dapat dicatat ke dalam *database*.

1) Pengujian Memasukkan Data ke Tabel Menit tiap Detik

Pengujian ini dilakukan dengan cara kWh meter sedang aktif mengirimkan data ke *Server* lalu data yang diterima dimasukkan kedalam tabel menit tiap detik.

Dapat di lihat pada Gambar 11 adalah hasil pengujiannya dimana data yang diterima pada Modbus dapat dicatat kedalam *database*. Dari 2 data pada Gambar 11 dapat disimulasikan bahwa data yang diterima dari Modbus tiap detik dapat dicatat kedalam *database*.

```
6/28/2020, 9:58:07 PM node: d043649d.38d428
INSERT INTO `28/6/2020`values(NULL,'28/6/2020','21:58:8','1','0.3899944444444444'); :
msg.topic : string[91]

"INSERT INTO `28/6/2020`
21:58:0`values(NULL,'28/6/2020','21:58:8','1','0.3899944444444444

6/28/2020, 9:58:08 PM node: d043649d.38d428
INSERT INTO `28/6/2020`values(NULL,'28/6/2020','21:58:9','1','0.3899944444444444'); :
msg.topic : string[91]

"INSERT INTO `28/6/2020`
21:58:0`values(NULL,'28/6/2020','21:58:9','1','0.3899944444444444
```

Gambar 11 Hasil Pengujian Memasukkan Data kedalam Tabel Menit

2) Pengujian Memasukkan Data ke Tabel Harian dari Tabel Menit

Pengujian ini adalah pengujian selanjutnya dari memasukkan data ke tabel menit lalu dimasukkan ke tabel harian. Perpindahan data dari tabel menit ke tabel harian dilakukan tiap menit atau detik ke 57.

Dapat di lihat pada Gambar 12 adalah hasil perpindahan data dari tabel menit ke tabel harian. Terlihat pada detik ke 57 data dari tabel menit dipindahkan ke tabel harian.

Dapat di lihat pada Gambar 13 adalah isi dari tabel harian setelah menerima data tiap detik ke 57 dari tabel menit.

```
6/28/2020, 9:50:57 PM node: 532b50ab.ab004
INSERT INTO `28/6/2020`values(NULL,'28/6/2020`
21:50:0','0.3899944444444444'); : msg.topic : string[77]

"INSERT INTO
`28/6/2020`values(NULL,'28/6/2020`
21:50:0','0.3899944444444444');"
```

Gambar 12 Hasil Pengujian Perpindahan Data dari Tabel Menit Ke Tabel Harian

ID	Waktu	Energy
1296	28/6/2020 21:39:0	0.3899944444444444
1297	28/6/2020 21:40:0	0.3899944444444444
1298	28/6/2020 21:41:0	0.3899944444444444
1299	28/6/2020 21:42:0	0.3899944444444444
1300	28/6/2020 21:43:0	0.3899944444444444
1301	28/6/2020 21:44:0	0.3899944444444444
1302	28/6/2020 21:45:0	0.3899944444444444
1303	28/6/2020 21:46:0	0.3899944444444444
1304	28/6/2020 21:47:0	0.3899944444444444
1305	28/6/2020 21:48:0	0.3899944444444444
1306	28/6/2020 21:49:0	0.3899944444444444
1307	28/6/2020 21:50:0	0.3899944444444444

Gambar 13 Isi Tabel Harian

3) Pengujian Memasukkan Data ke Tabel Bulanan dari Tabel Harian

Pengujian ini adalah pengujian untuk memasukkan data dari tabel harian ke tabel bulan. Dimana dalam keadaan normal proses perpindahan data akan dilakukan pada tiap jam 23:59:57.

Dapat di lihat pada Gambar 14 adalah hasil pengujian pemindahan data tabel menit ke tabel harian. Terlihat saat waktu mencapai 23:59:57 data dari tabel menit dipindahkan ke tabel bulanan.

```
6/28/2020, 11:59:57 PM node: d237f7eb.f229f8
INSERT INTO `6/2020`values(Null,'28
/6/2020','0.38999555555555554'); : msg.topic :
string[67]

"INSERT INTO `6/2020`values(Null,'28
/6/2020','0.38999555555555554');"

6/28/2020, 11:59:58 PM node: 14655e4e.8001f2
Drop table `28/6/2020`; : msg.topic : string[23]

"Drop table `28/6/2020`;"
```

Gambar 14 Hasil Pengujian Pemindahan Data dari Tabel Harian ke Tabel Bulanan

Dapat di lihat pada Gambar 15 adalah isi dari tabel harian setelah menerima data dari tabel menit.

ID	Tanggal	Energy
27	26/6/2020	0.389971944444444444
28	27/6/2020	0.389971944444444444
29	28/6/2020	0.38999555555555554

Gambar 15 Isi Tabel Bulanan

E. Pengujian Pengiriman Notifikasi ke Telegram

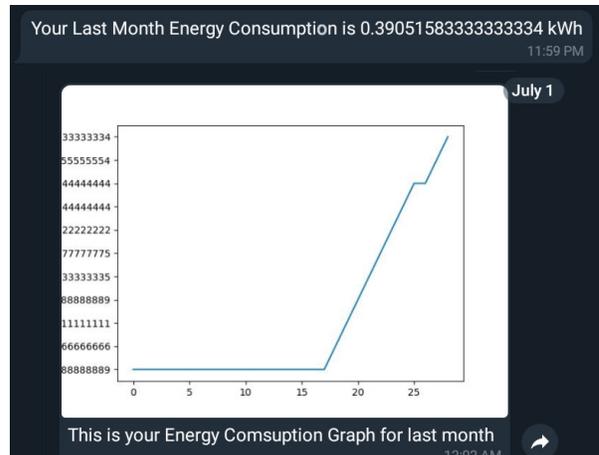
Pengujian ini bertujuan untuk menguji pengiriman notifikasi ke pengguna saat telah mencapai waktu 1 bulan.

Pengujian ini dilakukan pada saat 30 Juni 2020 adalah hari terakhir pada bulan Juni. Nantinya pesan akan dikirimkan oleh Node – Red ke pengguna Telegram. Pesan yang

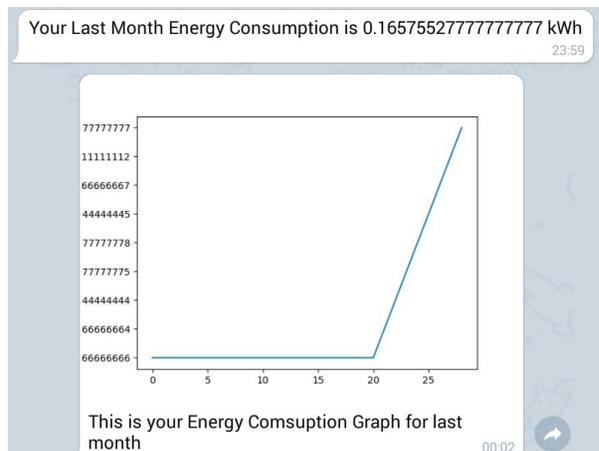
dikirimkan akan berupa 2 bentuk yaitu pesan penggunaan energi, dan grafik penggunaan energi selama 1 bulan.

Dapat di lihat pada Gambar 16 adalah hasil notifikasi yang diterima oleh pengguna 1. Data akumulasi energi yang dikirimkan adalah data akumulasi energi dari kWh meter 1 yang telah dicatat pada *database*.

Dapat di lihat pada Gambar 17 adalah hasil notifikasi yang diterima oleh pengguna 2. Data akumulasi energi yang dikirimkan adalah data akumulasi energi dari kWh meter 2 yang telah dicatat pada *database*.



Gambar 16 Hasil Notifikasi pada Telegram Pengguna 1 / kWh 1



Gambar 17 Hasil Notifikasi pada Telegram Pengguna 2 / kWh 2

IV. KESIMPULAN

Dari perencanaan sistem, pembuatan alat dan pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini, didapatkan beberapa kesimpulan yaitu:

1. Sensor HLW8012 dapat membaca penggunaan daya, namun ada ketidakpresisian hasil pembacaan dikarenakan kemampuan sensor

- untuk membaca daya minimal hanya 12 Watt untuk 1 Hz. Sensor HLW8012 memiliki *error* sebesar 15% setelah dilakukan pengujian.
2. Pengiriman data dari Arduino Uno ke WeMos D1 R1 menggunakan komunikasi *serial*, data yang dikirim dan diterima oleh kedua perangkat. Namun terkadang terjadi *error* dikarena perbedaan kecepatan pengiriman dan penerimaan data sekitar 1 detik.
 3. Pengiriman data dari WeMos D1 R1 ke Raspberry Pi 3 B+ dengan komunikasi Modbus TCP / IP, dikirimkan dan diterima tiap 1 detik.
 4. Penulisan data ke dalam *database* tiap 1 detik ke dalam tabel menit. Tiap detik ke 57 data dari tabel menit dipindahkan ke tabel harian, tiap pukul 23.59.57 data dari table harian akan dipindahkan ke table bulanan.
 5. Pengiriman notifikasi ke pengguna melalui Telegram dikirimkan tiap akhir bulan dengan 2 bentuk pesan yaitu grafik dan pesan total akumulasi energi.
- V. DAFTAR PUSTAKA
- [1] J. S. Sebayang and S. Masykur, "Perbandingan Kilowatthour Meter Analog Dengan Kilowatthour Meter Digital," *Jurnal Singuda Ensikom*, vol. 6, pp. 7–12, 2014.
 - [2] M. P. Panuntun, "Pengujian Ketelitian Kwh Meter Analog Dan Kwh Meter," *Electronic Thesis and Disserttion*, 2018.
 - [3] K. Handry, F. Pasila, D. Limaran, "Wireless Data Logger with Microcontroller MCS-51" *Jurnal Teknik Elektro* vol 4 no 1. 2004.
 - [4] Maspur, "Perbedaan Kwh meter analog dan digital - ppobnusanantara," 2020. [Online]. Available: <https://ppobnusanantara.com/perbedaan-kwh-meter-analog-dan-digital/>. [Accessed: 20-Aug-2020].
 - [5] I. Kartika F, "SISTEM KWH METER ANALOG, DIGITAL DAN PRABAYAR," *Jurnal Ampere*, vol. 1, no. 1, pp. 68–82, Jun. 2016.
 - [6] B. S. Wibisana, "Analisis Perbandingan Pembacaan Kwh Meter Analog Dengan Kwh Meter Digital Pada Ketidakseimbangan Beban," *Skripsi UI*, 2008.
 - [7] T. David, "KWH meter digital berbasis microcontroller AT89C51," *Scientific Repository UK Petra*, p. 157, 2001. <http://repository.petra.ac.id/6259/>
 - [8] H. Suwito, "Sistem pembacaan kwh meter dengan metode bluetooth," *Tugas Akhir Teknik Elektro UK Petra*, p. 175, 2006. <http://repository.petra.ac.id/8975/>
 - [9] J. Teng, J. S. Setiadji, and R. Lim, "Sistem Pembacaan Data Power Meter dengan Komunikasi Modbus Secara Terpusat," *Ejournal Fortei7* vol. 2 no 1. 2019
 - [10] L. Code, "The HLW8012 IC in the New Sonoff POW - Tinkerman," *8 November 2016*, 2016. [Online]. Available: <https://tinkerman.cat/post/hlw8012-ic-new-sonoff-pow/>. [Accessed: 25-May-2020].