

MONITORING BIAYA DAN PENGUKURAN KONSUMSI DAYA LISTRIK BERBASIS ARDUINO MEGA2560 MENGGUNAKAN WEB

Galla Herandy

Teknik Elektro, Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : gallaherandy@mhs.unesa.ac.id

Bambang Suprianto

Teknik Elektro, Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : bambangsuprianto@unesa.ac.id

Abstrak

Penggunaan listrik harus lebih diperhatikan supaya tidak terjadi pembengkakan biaya listrik. Karena permasalahan tersebut penulis mengambil judul Monitoring Biaya Dan Pengukuran Konsumsi Daya Listrik Berbasis Arduino Mega2560 Menggunakan Web. Penelitian ini menggunakan metodologi penelitian kuantitatif. Setelah dilakukan penelitian dan perancangan prototipe maka didapatkan hasil dari analisa dan pengujian dengan menganalisis persentase nilai error dari perbandingan nilai yang didapatkan dari hasil pengukuran menggunakan prototipe alat dengan nilai hasil pengukuran menggunakan multi meter dan perhitungan menggunakan rumus. Hasil akhir penelitian ini didapatkan nilai error dari hasil uji tegangan, Arus, daya, daya reaktif, daya semu, faktor daya dan frekuensi listrik, masing – masing nilai error kurang dari 1%. Untuk hasil analisis persentase nilai error biaya tagihan listrik dilakukan dengan membandingkan perhitungan prototipe alat dengan kWh meter analog dan perhitungan manual menggunakan objek penelitian rumah golongan tarif dasar listrik 415 rupiah per kWh dengan waktu pengujian satu bulan didapatkan nilai error 0,1 %. Untuk kecepatan akses informasi setelah dilakukan pengujian prototipe alat ini dapat memberikan informasi melalui web dengan waktu 1 detik dengan kekuatan sinyal 100/ms, dengan demikian prototipe alat ini terbukti dapat di aplikasikan untuk memonitoring biaya dan konsumsi daya listrik dengan nilai error kurang dari 1% dan dengan kecepatan akses rata – rata 1detik.

Kata Kunci : Monitoring daya listrik, SDM 230 modbus, Arduino, prototipe, web.

Abstract

The use of electricity must be considered so that there is no swelling in electricity costs. Because of these problems the author took the title Monitoring of Cost and Measurement of Electric Power Consumption Based on Arduino Mega2560 Using the Web. This research uses quantitative research methodology. After prototype research and design, the results obtained from analysis and testing by analyzing the percentage of error values from the comparison of values obtained from the measurement results using a prototype tool with the measurement results using multimeters and calculations using formulas. The final results of this study found that the error value of the voltage results, current, power test, reactive power, apparent power, power factor and electrical frequency, each error value is less than 1%. For the results of the analysis of the percentage error value of electricity bill costs carried out by comparing the calculation of prototype tools with analog kWh meters and manual calculations using the object of home research the basic electricity tariff group 415 rupiah per kWh with a one-month testing time obtained 0.1% error value. For information access speed after prototype testing this tool can provide information via the web with a time of 1 second with 100/ ms signal strength, thus the prototype of this tool can be proven to be used to monitor the cost and consumption of electric power with an error value of less than 1% and with an average access speed of 1 second.

Keyword : Electrical power monitoring, SDM 230 modbus, Arduino, prototype, web.

PENDAHULUAN

Meningkatnya Tarif Dasar Listrik (TDL) yang terjadi setiap tahun mengharuskan pengguna untuk lebih bijak dalam menggunakan daya listrik, dalam permasalahan tersebut maka perlu dilakukan monitoring untuk mengetahui penggunaan listrik yang tidak diperlukan dan sekaligus mencegah terjadinya pembengkakan biaya listrik karena penggunaan energi listrik yang tidak perlu. Karena permasalahan tersebut penulis mengambil judul Monitoring Biaya Dan Pengukuran Konsumsi Daya Listrik Berbasis Arduino Mega2560 Menggunakan Web.

Pengukuran penggunaan energi listrik ini merupakan proses sebuah manajemen energi listrik yang sangat penting sehingga dengan mudah proses penghematan dan efisiensi bisa diperoleh. Implementasi alat monitoring biaya dan pengukuran konsumsi daya listrik berbasis arduino mega2560 menggunakan WEB ini dirancang untuk mendapatkan informasi-informasi yang berhubungan dengan pengukuran energilistrik antara lain *Real Power* (Watt), *Apparent Power* (VA), *Voltage RMS* (V), dan *Current RMS* (A) secara *real time* dan akumulasi

tagihan listrik dalam nominal rupiah (Rp) yang dapat diakses dari Jaringan Internet kapan saja.

Alat ini dirancang untuk memonitoring penggunaan daya dan biaya tagihan listrik yang bisa memonitoring penggunaan konsumsi daya tiap kamar atau tiap ruang dan tiap lantai pada sebuah gedung secara *real time* maupun akumulasi perbulan, yang mana akan mempermudah penentuan besartagihan yang dibebankan pada tiap kamar atau ruang.

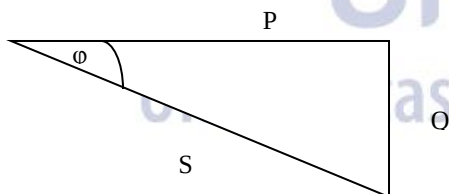
Alat ini memiliki output nilai *watthours* dan besar tagihan yang harus dibayar (dalam rupiah). Dengan demikian perhitungan akan lebih detail. Alat ini juga memiliki desain rangkaian yang ringkas, tidak membutuhkan sumber daya yang besar dan menggunakan tampilan *interface website* yang bisa diakses dengan atau melalui internet dengan media android ataupun gadget lainnya yang terhubung dengan konektivitas internet untuk memudahkan pengguna mengetahui beban yang sedang digunakan, agar pengguna mampu mengevaluasi penggunaan daya listrik yang berlebih dan juga mencegah terjadinya pemborosan.

kelebihan alat ini adalah lebih cepat, lebih akurat dan lebih mudah diakses dari alat serupa pada penelitian sebelumnya yang menggunakan sensor tegangan ZMPT101b dan aplikasi sebagai interface, dikarenakan alat ini sudah menggunakan sistem web sebagai *interface* sehingga dapat di akses pada perangkat apapun yang memiliki akses internet, alat ini juga lebih cepat karena menggunakan server dan domain pribadi dari *hosterbite*, dan juga lebih akurat karena menggunakan SDM230 Modbus sebagai sensor daya.

KAJIAN PUSTAKA

Segitiga Daya

Segitiga daya merupakan segitiga yang menggambarkan hubungan matematika antara tipetipe daya yang berbeda (*Apparent Power*, *Active Power* dan *Reactive Power*) berdasarkan prinsip trigonometri seperti pada Gambar 1. (Belly, 2010)



Gambar 1. Segitiga Daya
(Sumber : Belly, 2010)

Dimana :

P = Daya Nyata

Q = Daya Reaktif

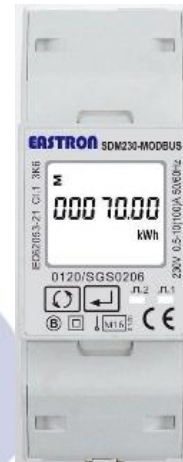
S = Daya Semu

ϕ = Faktor Daya

Energi Meter SDM230 Modbus

Energi meter adalah alat pengukur daya listrik yang terdiri dari perpaduan sensor arus dan sensor daya yang mempunyai akurasi yang paling akurat dari sensor arus

dan sensor daya pada generasi sebelumnya. Energi meter ini digunakan untuk mengukur tegangan listrik satu fasa atau fasa tunggal seperti pada instalasi listrik perumahan, perkantoran, maupun industri dengan tingkat keakurasian yang tinggi. Energi Meter SDM230 Modbus memiliki beberapa fitur utama yakni pengukuran daya dan pengukuran arus satu fasa secara otomatis. Energi Meter SDM230 Modbus seperti pada Gambar 2. (Jiaxing, 2016)



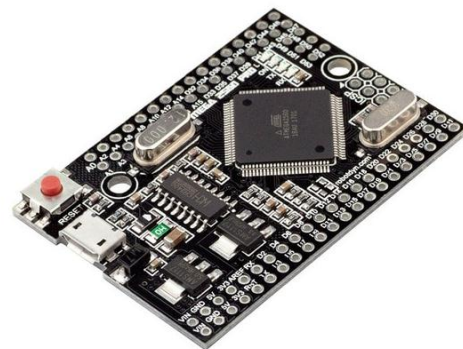
Gambar 2. Energi meter SDM230 Modbus
(Sumber : Jiaxing, 2016)

Internet Of Things (IOT)

Internet Of Things (IOT) adalah segala bentuk kontrol kendali sistem jarak jauh yang memiliki tujuan memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. *IOT* bekerja dengan menerjemahkan bahasa pemrograman yang sudah kita masukkan kedalam alat dari *IOT* tersebut. (Alexandromeo,2017).

Arduino MEGA 2560

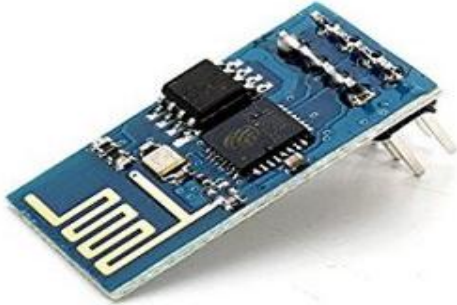
Arduino Mega 2560 adalah sebuah *Board* Arduino yang menggunakan ic Mikrokontroler ATmega 2560. *Board* ini memiliki Pin I/O yang relatif banyak, 54 digital Input / Output, 15 buah di antaranya dapat di gunakan sebagai output PWM, 16 buah analog Input, 4 UART. Arduino Mega 2560 di lengkapi kristal 16. Mhz Untuk penggunaan relatif sederhana tinggal menghubungkan power dari USB ke PC / Laptop atau melalui Jack DC pakai adaptor 7-12 V DC. (Future,2015)



Gambar 3.. Arduino Mega2560
(sumber : labelektronika, 2017)

Modul WiFi ESP 8266

ESP8266 merupakan modul wifi yang berfungsi sebagai perangkat tambahan mikrokontroler seperti Arduino agar dapat terhubung langsung dengan wifi dan membuat koneksi TCP/IP seperti pada Gambar 4. (Espressif, 2015)



Gambar 4. Modul wifi ESP8266
(sumber : Espressif, 2015)

Modul Power Supply Hi-Link

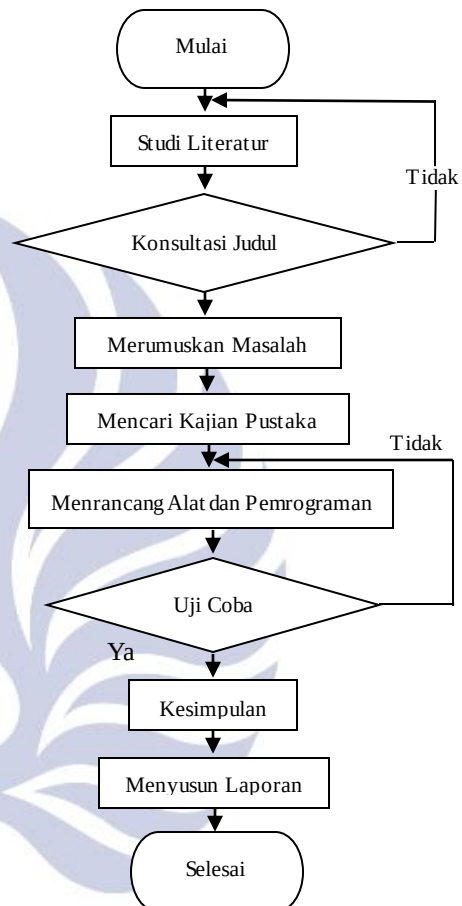
Power Supply atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan Catu Daya adalah suatu alat listrik yang dapat menyediakan energi listrik untuk perangkat listrik ataupun elektronika lainnya. Modul power supply ditunjukkan pada Gambar 5. (Shenzhen, 2015)



Gambar 5. Modul Power Supply HI-LINK
(sumber : Aliexpress, 2018)

3. Menentukan *decision of variables*
4. Membuat *objective function*
5. Merancang dan membangun alat
6. Membuat grafik hasil uji coba
7. Menarik kesimpulan
8. Selesai pelaksanaan penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian digambarkan dalam diagram alir seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Alir (flowchart) Penelitian
(Sumber: Data Primer, 2019)

Pendekatan Penelitian

Pada penelitian ini akan menggunakan bahan dan peralatan untuk perancangan perekam penggunaan daya listrik berbasis android yang meliputi perangkat keras (*Hardware*), Perangkat keras itu sendiri terdiri dari energy meter, *module wireless* dan *Arduino*. Sedangkan untuk mengakses informasi yang disajikan tidak menggunakan *software* atau aplikasi khusus, melainkan hanya berupa *web browser* apapun untuk dipakai di *smartphone* android atau perangkat apapun yang mendukung internet sebagai penampil daya yang digunakan.

Langkah Penelitian

Rancangan penelitian ini melalui beberapa tahapan sebagai Memulai berikut :

1. pelaksanaan penelitian
2. Melakukan survei (*survey*) pada tempat penelitian

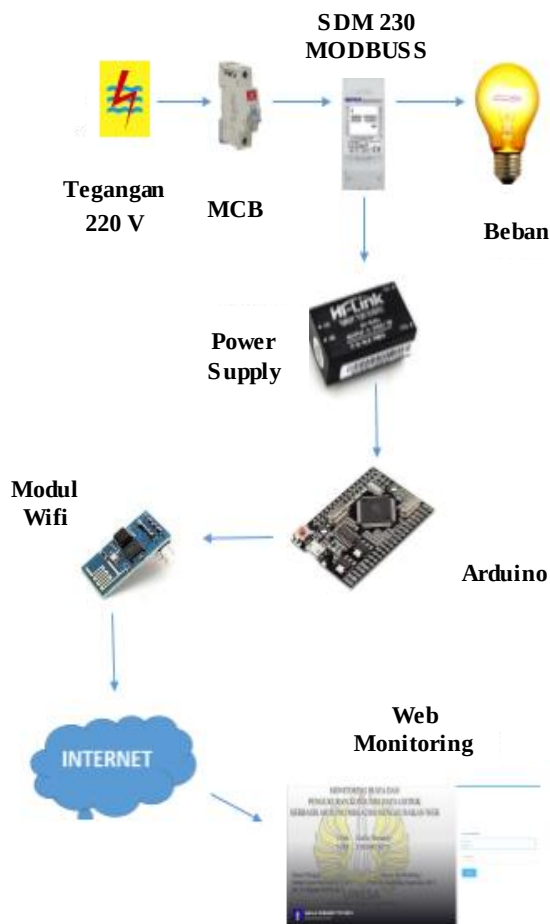
Hasil Penelitian

Dari hasil perancangan perangkat keras dan pemrograman maka dapat dilakukan perancangan prototipe untuk dapat dilakukan pengaplikasian *SDM230 Modbus* yang dikombinasikan dengan mikrokontroler arduino Mega 2560 berupa Monitoring Biaya dan Pengukuran daya menggunakan *interface* WEB.

Rancang Bangun

Rancangan monitoring biaya dan pengukuran konsumsi daya listrik berbasis arduino mega2560 menggunakan web, dalam perancangan alat ini memiliki beberapa spesifikasi diantaranya yaitu perancangan perangkat keras seperti *SDM 230 Modbus*, *MCB*, *Arduino*, *Modul Wifi ESP*, *Power Supply* dan beban, perancangan perangkat lunak berupa program pada arduino, modul wifi dan perancangan web , di mana kedua

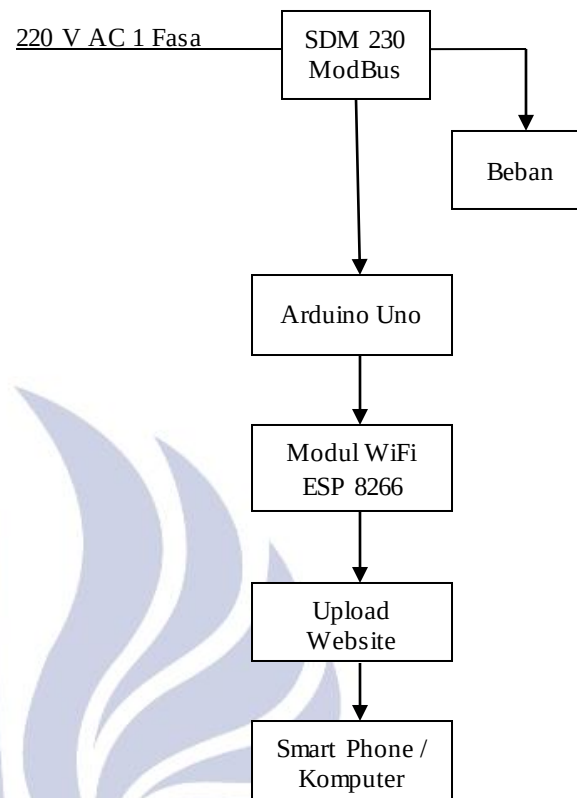
bagian tersebut saling terintegrasi satu sama lain. Rancangan perangkat keras terbagi menjadi beberapa tahap perancangan. Pengujian dan pengambilan data akan dilakukan setelah system terintegrasi dengan sempurna sehingga perangkat keras akan berjalan sesuai program yang telah dibuat. Berikut ini adalah penjabaran dari tiap – tiap tahapan perancangan rangkaian dan komponen dari perancangan tersebut, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 7. Desain Diagram Perangkat Keras
(Sumber : Data Primer)

Listrik dari jala-jala PLN 220 V masuk ke sensor SDM 230 Modbus, setelah itu beban listrik yang terhubung akan secara otomatis terdeteksi oleh sensor SDM 230 Modbus. Setelah itu sensor SDM 230 Modbus akan mengirimkan input data beban pada Arduino mega, selanjutnya arduino mega memproses input tersebut dan dikirim ke halaman web melalui jaringan wifi menggunakan modul wifi esp, data akan di upload oleh modul wifi esp ke server *database*, data yang sudah diupload pada server bisa di akses melalui android atau perangkat lain yang mendukung akses web melalui jaringan *wireless* atau jaringan *data seluler* dengan melalui modul wifi sebagai penyampai informasi pada arduino kepada web server, kemudian web menampilkan hasil inputan tersebut sehingga user dapat memonitor beban daya listrik melalui perangkat yang mendukung akses WEB. Informasi yang ditampilkan adalah tegangan (V),

arus (A), daya (W), daya reaktif (VAR), daya semu (VA), faktor daya ($\cos \phi$) dan frekuensi (Hz) serta tagihan perbulan dengan satuan Rupiah.



Gambar 8. Desain Diagram Perangkat Keras
(Sumber : Data Primer)

Pengujian dan Hasil Pengujian Prototipe

Untuk kehandalan suatu sistem atau alat perlu adanya pengujian dan pembahasan terhadap sistem atau alat itu sendiri. sehingga dalam penggunaannya dapat menghasilkan rangkaian yang dapat bekerja dengan baik, dapat dioperasikan dengan baik juga dan berfungsi sesuai dengan tujuan rangkaian itu sendiri. Dalam pengujian ini dilakukan pengukuran terhadap parameter – parameter komponen yang terdapat pada rangkaian alat yang telah dirancang. yang mana hal ini diperlukan untuk menghasilkan pengujian yang sesuai dengan rancangan guna menguji tingkat keakuratan alat serta mengetahui besar kecilnya persentase terjadinya *error* pada sistem. Sehingga dapat menghasilkan suatu system yang berjalan dengan baik dan sesuai program yang telah deprogram, pengujian pada prototipe alat ini meliputi beberapa bagian sebagai berikut :

Pengujian Fungsi Sensor Tegangan Pada SDM 230 Modbus.

Pengujian sensor tegangan dengan cara mengukur dan membandingkan nilai tegangan yang terbaca oleh sensor tegangan yang terdapat pada SDM 230 Modbus dengan nilai tegangan yang terbaca oleh multimeter. Dalam pengujian ini dilakukan 5 kali percobaan dengan waktu yang berbeda yang bertujuan untuk pengambilan data yang lebih akurat, pengujian dilakukan dengan cara langsung menghubungkan alat dan multimeter secara

bergantian dengan tegangan PLN 220V AC di objek penelitian berupa rumah berdaya 450 VA bersubsidi . hasil pengujian yang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian pengukuran tegangan (V).

SDM 230 Modbus (V)	Multimeter (V)	Nilai Error (%)
221	229	0,04
221	229	0,04
221	228	0,00
221	228	0,00
221	227	0,01
Rata - rata		0,02

Tabel 1 menunjukkan data nilai *error* rata – rata pada fungsi sensor tegangan yang terdapat pada SDM 230 Modbus Berdasarkan perbandingan dengan menggunakan multimeter adalah sebesar 0,02%, hasil perhitungan nilai *error* tersebut diperoleh dengan menggunakan rumus berikut :

$$\text{Error rata – rata} = \frac{\text{Jumlah nilai error}}{\text{banyaknya eror yang terjadi}} \quad (1)$$

Pengujian Fungsi Sensor Arus dan Sensor Daya SDM 230 Modbus

Pengujian dilakukan dengan cara mengukur dan membandingkan nilai arus yang terbaca oleh sensor yang terdapat pada SDM 230 Modbus dengan nilai yang terbaca oleh multimeter. Dalam pengujian ini dilakukan 4 kali percobaan dengan 4 macam perangkat elektronik dengan konsumsi beban listrik yang berbeda - beda. Setelah dilakukan pengujian fungsi sensor arus dan daya yang terdapat pada SDM 230 Modbus didapat data hasil pengujian yang ditampilkan pada tabel 2 dan pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 2. Hasil pengujian pengukuran arus (A).

Beban listrik	SDM 230 Modbus (A)	Multimeter (A)	Nilai Error (%)
Lampu pijar (5 W)	0,03	0,03	0
Setrika (350 W)	1,54	1,54	0
Komputer (45 W)	0,24	0,24	0
TV (37 W)	0,07	0,05	0,29
Rata - rata			0,07

Tabel 2 menunjukkan data nilai *error* rata – rata pada fungsi sensor arus yang terdapat pada SDM 230 Modbus berdasarkan perhitungan dengan menggunakan rumus persamaan maka didapatkan hasil rata - rata nilai *error* pada fungsi sensor arus yang terdapat pada SDM 230 Modbus adalah sebesar 0,07%.

Tabel 3. Hasil pengujian pengukuran daya nyata (W).

Beban listrik	SDM 230 Modbus	Multimeter ($P = V \cdot I \cdot \cos \varphi$)	Nilai Error (%)
Lampu pijar (5 W)	6,51	4,3	0,34
Setrika (350 W)	342	300	0,13
Komputer (45 W)	48,7	46	0,06
TV (37 W)	13	12	0,08
Rata - rata			0,152

Tabel 3 menunjukkan data nilai *error* rata – rata pada fungsi sensor daya yang terdapat pada SDM 230 Modbus berdasarkan perhitungan dengan menggunakan rumus persamaan maka didapatkan hasil rata - rata nilai *error* pada fungsi sensor daya yang terdapat pada SDM 230 Modbus adalah sebesar 0,152 %.

Pengujian Daya Reaktif (VAR), Daya Semu (VA) dan Pengujian Faktor Daya (cos φ)

Pengujian selanjutnya adalah fungsi sensor – sensor yang terdapat pada SDM 230 Modbus Pengujian sensor dengan cara mengukur dan membandingkan nilai arus yang terbaca oleh sensor yang terdapat pada SDM 230 Modbus dengan menggunakan rumus. SDM 230 Modbus ini juga berfungsi sebagai media untuk mengkonversikan parameter tegangan, arus dan daya sebenarnya ke parameter arus dan daya yang akan dibaca oleh Arduino yang mana akan diproses lebih lanjut. Pengujian sensor daya reaktif, daya semu dan faktor daya dengan cara mengukur dan membandingkan nilai daya reaktif yang terbaca oleh sensor yang terdapat pada SDM 230 Modbus dengan nilai daya reaktif, daya semu dan faktor daya yang diperoleh dari perhitungan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

Rumus Daya Reaktif :

$$Q = V \times I \times \sin \varphi \quad (2)$$

Rumus daya Semu :

$$S = V \times I \quad (3)$$

Rumus Faktor Daya :

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} \quad (4)$$

Keterangan :

Q = Daya Reaktif
V = Tegangan
I = Arus
 φ = Faktor Daya
S = Daya Semu
P = Daya Nyata

Tabel 4. Hasil pengujian pengukuran daya reaktif (*VAr*).

Beban listrik	SDM 230 Modbus (<i>VAr</i>)	$(Q = V \times I \times \sin \phi)$ (<i>VAr</i>)	Nilai Error (%)
lampu pijar (5 W)	0,00	0,18	1
setrika (350 W)	0,00	9,48	1
Komputer (45 W)	0,00	2,46	1
TV (37 W)	0,00	0,3	1
Rata - rata			1

Tabel 4 menunjukkan data nilai *error* rata – rata pada fungsi sensor daya reaktif yang terdapat pada SDM 230 Modbus, meskipun seharusnya daya reaktif hanya akan muncul pada motor listrik saja karena daya reaktif merupakan daya yang dibutuhkan untuk membangkitkan medan magnet di kumparan-kumparan beban induktif. Namun dengan menggunakan rumus persamaan 2 maka didapatkan hasil *error* rata – rata pada fungsi sensor daya reaktif yang terdapat pada SDM 230 Modbus adalah sebesar 1%.

Tabel 5. Hasil pengujian pengukuran daya semu (*VA*).

Beban listrik	SDM 230 Modbus (<i>VA</i>)	$(S = V \times I)$ (<i>VA</i>)	Nilai Error (%)
lampu pijar (5 W)	6,93	6,72	0,03
setrika (350 W)	342,02	340,3	0,01
Komputer (45 W)	49,44	54,48	0,01
TV (37 W)	14	15,89	0,13
Rata - rata			0,045

Tabel 5 menunjukkan data nilai *error* rata – rata pada fungsi sensor daya semu yang terdapat pada SDM 230 adalah sebesar 0,045 %.

Tabel 6. Hasil pengujian pengukuran faktor daya ($\cos \phi$).

Beban listrik	SDM 230 Modbus	$\cos \phi = \frac{P}{S}$	Nilai Error (%)
lampu pijar (5 W)	0,94	0,93	0,02
setrika (350 W)	1	1	0
Komputer (45 W)	0,9	0,9	0
TV (37 W)	0,9	0,9	0
Rata - rata			0,005

Tabel 6 menunjukkan data nilai *error* rata – rata pada fungsi sensor faktor daya yang terdapat pada SDM 230

Modbus berdasarkan perhitungan dengan menggunakan rumus persamaan 4 maka didapatkan hasil rata - rata nilai *error* pada fungsi sensor faktor daya yang terdapat pada SDM 230 Modbus adalah sebesar 0,005 %.

Pengujian Frekuensi listrik (Hz)

Pengujian sensor frekuensi listrik pada SDM 230 Modbus dilakukan dengan cara menghubungkan rangkaian prototipe alat dengan sumber tegangan PLN 220V dan didapatkan hasil nilai frekuensi 50,05 Hz. Jika dibandingkan dengan nilai frekuensi yang digunakan di Indonesia yaitu 50 Hz maka didapatkan nilai *error* pada SDM 230 modbus adalah 0,01 %

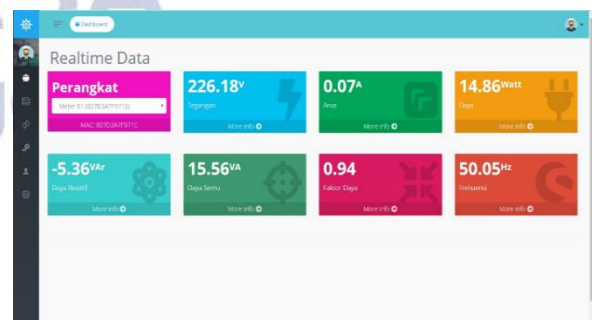
Pengujian Akses WEB dan Perhitungan Biaya Konsumsi Daya Listrik.

Pada sistem *interface*, alat ini menggunakan WEB untuk memberikan kemudahan akses informasi yang lengkap kepada Pengguna. Untuk itu perlunya dilakukan pengujian kecepatan akses WEB seperti yang ditunjukkan pada Tabel 7 serta kelengkapan informasi pada web dapat dilihat pada Gambar 9.

Tabel 7. Hasil pengujian waktu (detik) download informasi berdasarkan kekuatan sinyal (ping/ms).

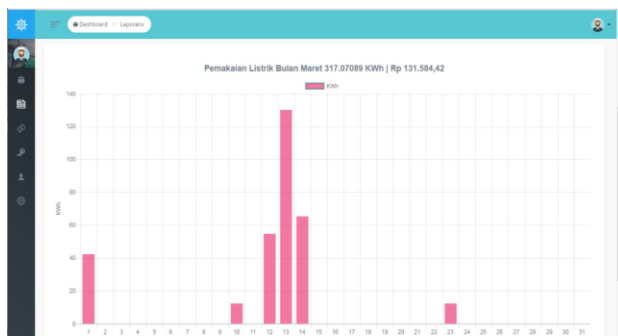
kekuatan sinyal (ping/ms)	Waktu download (detik)				Keterangan
	Beban 1	Beban 2	Beban 3	Beban 4	
70	1	1	1	1	terhubung
60	1	1	1	1	terhubung
80	1	1	1	1	terhubung
100	1	1	1	1	terhubung
110	2	2	2	2	terhubung

Dari data pada Tabel 7 dapat di ketahui kecepatan download informasi dengan kekuatan sinyal terbaik yakni pada sinyal 70/ms kecepatan rata – rata penyampaian informasi penggunaan daya secara *real time* adalah 1 detik.

**Gambar 9.** Tampilan Halaman utama monitoring daya listrik pada web (Sumber : data primer, 2019)

Pada Gambar 9 adalah tampilan halaman utama pada web monitoring daya listrik yang mana pada halaman tersebut disajikan kepada pengguna informasi monitoring daya nyata, arus, tegangan, daya reaktif,

daya semu, frekuensi listrik dan faktor daya secara *real time*.



Gambar 9. Halaman Laporan Konsumsi Pemakaian Listrik
(Sumber : data primer, 2019)

Gambar 9 menunjukkan laporan pemakaian listrik dalam jangka waktu satu bulan, dan didapatkan hasil total penggunaan listrik sebesar 317,076447 KWh dengan total biaya tagihan 131.586 rupiah, data ini diperoleh prototipe alat dengan cara kerja mulai dari sistem SDM 230 modbus dan setelah diketahui data nilai pemakaian listriknya data tersebut akan di proses oleh arduino untuk di akumulasikan dalam bentuk tagihan rupiah yang sudah disesuaikan dengan tarif dasar listrik yang berlaku, sehingga pengguna tidak perlu lagi untuk menghitung secara manual. untuk pengujiannya dalam penelitian ini yang digunakan adalah data pemakaian pada bulan maret dan dihitung secara manual dengan rincian yang ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pengujian Perhitungan Biaya Pemakaian Listrik.

Tanggal	nilai pemakaian listrik (KWh)	durasi pemakaian listrik (jam)	tarif dasar listrik (Rp)	total biaya (Rp)
1	41	7	415	17.015
10	15	7	415	6.225
12	55	7	415	22.825
13	126	7	415	51.875
14	65	7	415	26.975
23	15	7	415	6.225
Total	317	42	415	131.555

Pada Tabel 8 didapatkan hasil dari perhitungan nilai total biaya pemakaian listrik pada bulan Maret Menggunakan rumus

$$\text{Biaya} = \text{Pemakaian} \times \text{Tarif Dasar Listrik} \quad (5)$$

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan rumus persamaan 5, maka didapatkan hasil dari penggunaan listrik pada bulan Maret adalah 317 KWh dan total tagihan sebesar 131.555 Rupiah, sedangkan yang terbaca oleh alat total tagihan adalah 131.542 Rupiah. Jadi nilai error dari hasil membandingkan hasil perhitungan prototipe alat dan dengan hasil perhitungan manual adalah sebesar 0,01%.

PENUTUP

Simpulan

Dapat diketahui prototipe alat ini dapat di aplikasikan untuk memonitoring biaya dan konsumsi daya listrik meliputi tegangan dalam satuan Volt, arus dalam satuan Ampere, daya dalam satuan Watt, daya reaktif dalam satuan Volt Ampere reaktif, daya semu dalam satuan Volt Ampere, faktor daya atau yang disebut juga $\cos \phi$ dan frekuensi listrik dalam satuan hertz serta biaya pemakaian listrik dalam Rupiah. Hasil akhir penelitian ini didapatkan nilai rata – rata *error* dari hasil uji tegangan adalah 0,01%, uji Arus 0,01%, uji daya 0,16%, uji daya reaktif 1%, uji daya semu adalah 0,045%, uji faktor daya 0,005%, uji frekuensi listrik 0,01%. Untuk hasil analisis persentase nilai *error* biaya tagihan listrik dilakukan dengan membandingkan perhitungan prototipe alat dengan kwh meter analog dan perhitungan manual menggunakan objek penelitian rumah golongan tarif dasar listrik 415 rupiah per kwh dengan waktu pengujian satu bulan didapatkan nilai *error* 0,1 %. Untuk kecepatan akses informasi setelah dilakukan pengujian prototipe alat ini dapat memberikan informasi melalui web dengan waktu 1 detik dengan kekuatan sinyal 100/ms. Prototipe alat ini terbukti dapat di aplikasikan untuk memonitoring biaya dan konsumsi daya listrik dengan nilai *error* kurang dari 1% dan dengan kecepatan akses rata – rata 1detik.. Prototipe alat ini dapat di aplikasikan untuk memonitoring biaya dan konsumsi daya listrik meliputi tegangan dalam satuan Volt, arus dalam satuan Ampere, daya dalam satuan Watt, daya reaktif dalam satuan Volt Ampere reaktif, daya semu dalam satuan Volt Ampere, faktor daya atau yang disebut juga $\cos \phi$ dan frekuensi listrik dalam satuan hertz serta biaya pemakaian listrik dalam Rupiah. Prototipe ini menggunakan sistem energi meter SDM 230 Modbus sebagai pendeteksi arus, tegangan, dan daya, serta mengkonversikan data – data tersebut sehingga sesuai dengan sistem arduino ,arduino ini akan melanjutkan proses data yang akan di upload kepada server melalui koneksi modul wifi ESP 8266 dan selanjutnya akan di download untuk disajikan pada tampilan halaman web.

Saran

Untuk pengembangan selanjutnya pada tugas akhir ini, prototipe alat monitoring biaya dan pengukuran konsumsi daya listrik berbasis arduino mega 2560 menggunakan web masih menggunakan domain dan hosting berbayar, kedepannya tidak menutup kemungkinan untuk dibangun server sendiri sehingga untuk akses halaman web hanya membutuhkan biaya untuk pembangunan server dan tidak membutuhkan biaya sama sekali untuk akses web dalam kurun waktu selanjutnya. Server juga bisa didapatkan dengan gratis dengan mengalihkan server prototipe alat ini dengan menggunakan server pada perusahaan atau server instansi yang sudah ada sehingga dapat mengurangi beban biaya untuk hosting dan domain. Untuk perluasan penggunaan prototipe alat monitoring konsumsi daya listrik ini maka dapat dilakukan riset lebih lanjut dengan beban pengujian alat pada skala industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexandromeo. 2017. Apa Itu IOT ? *Pengertian, Manfaat, Prinsip, Cara Kerja IOT*, (online), (<https://makinrajin.com/apa-itu-iot/>). Diakses 01 Januari 2019).
- Aliexpress, 2018. *Arduino Mega 2560*, (online), (<https://www.aliexpress.com/item/Mega-2560-PRO-Embed-CH340G-ATmega2560-16AU-NO-pinheaders-Compatible-for-Arduino-Mega-2560/32802420999.html>). diakses 01 Desember 2018).
- Belly, A., & Lukman, B. 2010. *Daya Aktif, Reaktif dan nyata*. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Espressif Systems IOT Team. 2015. *ESP8266EX Datasheet*. China, Espressif Systems IOT Team.
- Future Electronic Corporation FEC. 2015. *Arduino Mega*. China : Future Electronic Corporation.
- Hudan, Ivan Safiril. 2018, *Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik Pada Kamar Kost Berbasis Internet Of Things*. Surabaya : Universitas Negeri Surabaya.
- Jiaxing Easton Electronic Instruments Co.,Ltd. 2016. *SDM120 Modbus User Manual v2.6*. China (314001) : Jiaxing Easton Electronic Instruments Co.,Ltd.
- Labelektronika, 2017. *Arduino Mega 2560 Mikrokontroler Atmega2560*, (online), (www.labelektronika.com/arduino-mega-2560-mikrokontroler.html). Diakses 01 Desember 2018).
- Shenzhen Hilink Technology Co.,Ltd. 2015. *Hi-Link Module User Manual*. China, Shenzhen Hilink Technology Co.,Ltd.

